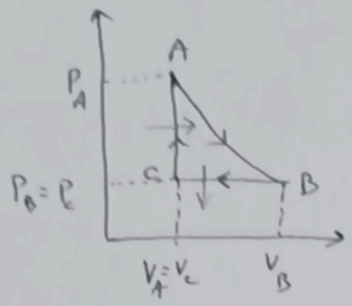
ترموديناميك ٣

الثاني (30 د)



- V_c و T_c : أما CA تحول متساوي الحجم أي V_c ثابت:

(3) $\frac{T_A}{T_C} = \frac{P_A}{P_C} \Rightarrow \frac{600}{T_C} = \frac{7.5}{1} \Rightarrow \boxed{T_C = 80\,k}$

التحول BC متساوي الضغط : $P = const$

(3) $\frac{T_B}{T_C} = \frac{V_B}{V_C} \Rightarrow \frac{320}{80} = \frac{26}{V_C} \Rightarrow \boxed{V_C = 6.5\,l}$

ملاحظة: التحول CA متساوي الحجم

$\boxed{V_C = V_A = 6.5\,l}$

حساب كمية الحرارة في كل تحول:

التحول AB كظوم أي

(2) $\boxed{Q_{AB} = 0}$

التحول BC متساوي الضغط: إذن

(4) $Q_{BC} = n C_p (T_C - T_B) = n\left(\frac{5}{2}R\right)(T_C - T_B) = (1)\left(\frac{5}{2}\times 8.3\right)(80-320)$

$\boxed{Q_{BC} = -4980\,J}$

التحول CA متساوي الحجم: إذن

(4) $Q_{CA} = n C_v (T_A - T_C) = n\left(\frac{3}{2}R\right)(T_A - T_C) = (1)\left(\frac{3}{2}\times 8.3\right)(600-80)$

$\boxed{Q_{CA} = 6474\,J}$

ت) التحول AB كظوم: أي $Q_{AB} = 0$ وبالتالي

(2) $\boxed{\Delta S_{AB} = \frac{Q_{AB}}{T} = 0}$

$Q_{AB} = 0 \Rightarrow W_{AB} = -\Delta U_{AB} = -n C_v (T_B - T_A) = -(1)\left(\frac{3}{2}R\right)(320-600) \Rightarrow \boxed{W_{AB} = 3486\,J}$ (3)

المردود:

$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|4980|}{|6474|} \simeq 0.23$ (5)

أو:

$\eta = \frac{|W|}{|Q_1|} = 0.23$ ---- إذا قام الطالب بحساب العمل الكلي

[illegible]

$$dU = TdS - PdV \quad (1)$$

من معادلة TdS الأولى

$$TdS = C_v dT + T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V dV$$

نعوض في المعادلة (1)

$$dU = C_v dT + T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V dV - PdV$$

$$dU = C_v dT + \left[T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P\right] dV \quad (2) \Rightarrow U = f(T,V)$$

(5)

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV \quad (3)$$

بمطابقة المعادلتين (2) و (3) نجد:

(5)

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = C_v \,,\quad \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$$

وهي تمثل معادلة الطاقة.

إن معادلة الحالة للغاز المثالي هي:

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V} \Rightarrow \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{nR}{V}$$

بالتعويض في معادلة الطاقة نجد:

(5)

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{nR}{V}\right) - P = P - P = 0$$

السؤال الرابع: (10 درجات)

لدينا من تعريف تابع جيبس

$$dG = VdP - SdT \quad (1)$$

$$G = f(T,P)$$

من (1) باعتبار الضغط ثابت:

$$P = cst. \Rightarrow \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = -S \quad (2)$$

من (1) = الحرارة ثابتة:

$$T = cst. \Rightarrow \left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T = V \quad (3)$$

(5)

من (2) نشتق:

$$\left[\frac{\partial}{\partial P}\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P\right]_T = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$$

من (3) نشتق:

$$\left[\frac{\partial}{\partial T}\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T\right]_P = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

(5)

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$$

وهو المطلوب

سلم تصحيح مقرر الترموديناميك

[illegible] 2024/2025

ترموديناميك

السؤال الأول (25 درجة)

(5) $S = f(T,V) \Rightarrow dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T dV$

$S = \text{cst.} \Rightarrow dS = 0$

(5) $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V dT_S + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T dV_S = 0 \Rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S + \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = 0$

$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T = -1$ المعادلة التفاضلية للحالة.

لدينا: حسب تعريف C_V أن: $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V = \frac{C_V}{T}$

(5) ولدينا حسب معادلة ماكسويل: $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$

بالتعويض في معادلة الحالة تصبح:

$\frac{C_V}{T}\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = -1$

(5) لكن: $\gamma = \frac{1}{P}\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$ ومنه نجد أنه: $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = \frac{1}{P\cdot\gamma}$

بالتعويض في المعادلة الأخيرة تصبح:

(5) $\frac{C_V}{T}\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S \cdot \frac{1}{\gamma P} = -1 \Rightarrow \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\frac{TP\gamma}{C_V}$

السؤال الثاني: تعطى معادلة فاندرفالس: $P = \frac{nRT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ (1)

(ص 15)

النقطة الحرجة هي التي توافق نقطة انعطاف على منحني تغير $P(V)$ ومن المرور بالحالة المزدوجة وبالتالي لدينا:

(5) $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_{T_c} = 0$ (2)

$\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_{T_c} = 0$ (3)

(5) $-\frac{RT_c}{(V_c-b)^2} + \frac{2a}{V_c^3} = 0$

$\frac{2RT_c}{(V_c-b)^3} - \frac{6a}{V_c^4} = 0$

$\Rightarrow$ بالحل المشترك

بتطبيق المعادلة (2)، (3) مع المعادلة (1) نجد

$\boxed{V_c = 3b}$ $\boxed{P_c = \frac{a}{27b^2}}$ $\boxed{T_c = \frac{8a}{27Rb}}$ (5)