

Θερμοδυναμική 22 (Λύση)

Στην αρχική κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α το αέριο περιγράφεται από τις εξής θερμοδυναμικές μεταβλητές:

$$P_A = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$V_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$P_A V_A = nRT_A \Rightarrow T_A = \frac{P_A V_A}{nR} \Rightarrow T_A = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{3} \text{ K} \Rightarrow T_A = 400 \text{ K}$$

Η μεταβολή ΑΒ είναι ισοβαρής και ισχύουν:

$$P_B = P_A \Rightarrow P_B = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$V_B = 3V_A \Rightarrow V_B = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_A/T_A = V_B/T_B \Rightarrow T_B = 1200 \text{ K}$$

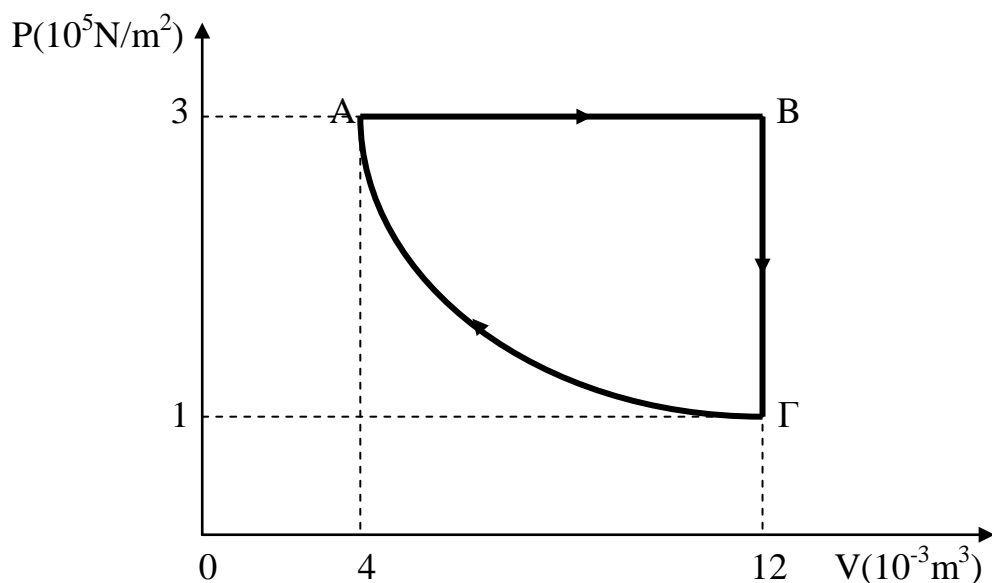
Η μεταβολή ΒΓ είναι ισόχωρη ενώ η ΓΑ ισόθερμη επομένως ισχύουν:

$$V_\Gamma = V_B \Rightarrow V_\Gamma = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_\Gamma = T_A \Rightarrow T_\Gamma = 400 \text{ K}$$

$$P_\Gamma V_\Gamma = P_A V_A \Rightarrow P_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$$

α) Το διάγραμμα P – V της κυκλικής μεταβολής φαίνεται παρακάτω:



$$\beta) \frac{\Delta U_{AB}}{\Delta U_{B\Gamma}} = \frac{nC_V \Delta T}{nC_V \Delta T'} = \frac{T_B - T_A}{T_\Gamma - T_B} \Rightarrow \frac{\Delta U_{AB}}{\Delta U_{B\Gamma}} = \frac{1200 - 400}{400 - 1200} = \frac{800}{-800} = -1$$

Ένας άλλος τρόπος για να λύσουμε το παραπάνω ερώτημα είναι ο εξής:

Στην κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ πρέπει να ισχύει $\Delta U_{ΑΒΓΑ} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta U_{ΑΒ} + \Delta U_{ΒΓ} + \Delta U_{ΓΑ} = 0 \Rightarrow \Delta U_{ΑΒ} + \Delta U_{ΒΓ} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U_{ΑΒ} = - \Delta U_{ΒΓ} \text{ άρα το πηλίκο τους ισούται με } -1.$$

γ) Οι ακραίες θερμοκρασίες της παραπάνω κυκλικής μεταβολής είναι 400K και 1200K. Ο συντελεστής απόδοσης μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των θερμοκρασιών αυτών είναι:

$$e = 1 - \frac{T_C}{T_h} \Rightarrow e = 1 - \frac{400}{1200} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow e = 0,67$$

$$\delta) W_{ΑΒ} = P_A(V_B - V_A) \Rightarrow W_{ΑΒ} = 3 \cdot 10^5 (12 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}) \text{J} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{ΑΒ} = 3 \cdot 10^5 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{J} \Rightarrow W_{ΑΒ} = 2400 \text{J}$$

$$W_{ΒΓ} = 0 \text{ ενώ } W_{ΓΑ} = -1318 \text{J}$$

$$Q_{ολ} = W_{ολ} \Rightarrow Q_{ολ} = 2400 \text{J} - 1318 \text{J} \Rightarrow Q_{ολ} = 1082 \text{J}$$

Ψαρουδάκης Μανώλης, Φυσικός