

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: Αρχικά ισόχωρη μεταβολή κατά την οποία προσφέρεται στο αέριο θερμότητα 200 J, στη συνέχεια ισόθερμη μεταβολή κατά την οποία το αέριο παράγει έργο 150 J και τελικά επιστρέφει στην αρχική κατάσταση μέσω μιας ισοβαρούς μεταβολής αποδίδοντας στο περιβάλλον θερμότητα 250 J.

Δ1) Να κατασκευάσετε ποιοτικά διαγράμματα (δηλαδή χωρίς αριθμούς) $p - V$ και $V - T$.

Μονάδες 7

Δ2) Υπολογίστε το συνολικό μηχανικό έργο που αποδίδει το αέριο σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 6

Δ3) Υπολογίστε το συνολικό ποσό θερμότητας που αποβάλλει το αέριο στο περιβάλλον σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 6

Δ4) Υπολογίστε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής η οποία θα λειτουργούσε με βάση τον παραπάνω αντιστρεπτό κύκλο.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Δ1) Στην ισόχωρη μεταβολή το αέριο απορροφά θερμότητα

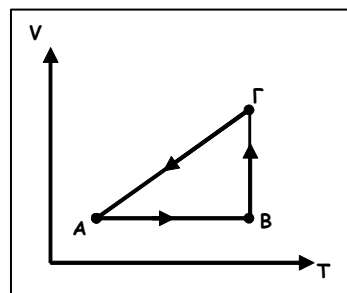
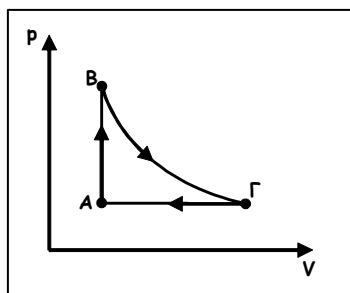
($Q_{AB} > 0 \rightarrow n C_V \Delta T > 0 \rightarrow \Delta T > 0$) δηλαδή η θερμοκρασία του αερίου αυξάνεται άρα η μεταβολή είναι ισόχωρη θέρμανση.

Στην ισόθερμη μεταβολή το αέριο παράγει έργο άρα η μεταβολή είναι ισόθερμη εκτόνωση.

Στην ισοβαρή μεταβολή το αέριο αποδίδει στο περιβάλλον θερμότητα

($Q_{\Gamma A} < 0 \rightarrow n C_p \Delta T < 0 \rightarrow \Delta T < 0$) δηλαδή η θερμοκρασία του αερίου μειώνεται άρα η μεταβολή είναι ισοβαρής ψύξη.

$$(A) \xrightarrow[\text{θέρμανση}]{\text{ισόχωρη}} (B) \xrightarrow[\text{εκτόνωση}]{\text{ισόθερμη}} (\Gamma) \xrightarrow[\text{ψύξη}]{\text{ισοβαρής}} (A)$$





Δ2) Στην ισόχωρη μεταβολή AB ισχύει:

$$W_{AB} = 0.$$

$$Q_{AB} = 200 \text{ J}$$

$$1^{\text{ος}} \text{ Θ.Ν.} : Q_{AB} = W_{AB} + \Delta U_{AB} \rightarrow \Delta U_{AB} = Q_{AB} = 200 \text{ J.}$$

Στην ισόθερμη μεταβολή ΒΓ ισχύει:

$$\Delta U_{BG} = 0.$$

$$W_{BG} = 150 \text{ J.}$$

$$1^{\text{ος}} \text{ Θ.Ν.} : Q_{BG} = W_{BG} + \Delta U_{BG} \rightarrow Q_{BG} = W_{BG} = 150 \text{ J.}$$

Για την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ ισχύει:

$$\Delta U_{\text{ολ}} = 0 \rightarrow \Delta U_{AB} + \Delta U_{BG} + \Delta U_{GA} = 0 \rightarrow 200 \text{ J} + \Delta U_{GA} = 0 \rightarrow \Delta U_{GA} = -200 \text{ J.}$$

Στην ισοβαρή ΓΑ ισχύει:

$$\Delta U_{GA} = -200 \text{ J.}$$

$$Q_{GA} = -250 \text{ J.}$$

$$1^{\text{ος}} \text{ Θ.Ν.} : Q_{GA} = W_{GA} + \Delta U_{GA} \rightarrow W_{GA} = -250 + 200 \text{ J} = -50 \text{ J.}$$

$$\text{Άρα } W_{\text{ολ}} = W_{ABGA} = W_{AB} + W_{BG} + W_{GA} \rightarrow W_{\text{ολ}} = 100 \text{ J.}$$

Δ3) Το ποσό της θερμότητας που απέβαλλε το αέριο προς το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της κυκλικής μεταβολής είναι: $Q_C = Q_{GA} = -250 \text{ J}$

Δ4) Ο συντελεστής απόδοσης μιας θερμικής μηχανής η οποία θα λειτουργούσε με βάση τον παραπάνω αντιστρεπτό κύκλο είναι:

$$e = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h} = 1 - \frac{|Q_{GA}|}{Q_{AB} + Q_{BA}} = 1 - \frac{250}{350} \rightarrow e = 1 - \frac{5}{7} \rightarrow e = \frac{2}{7}.$$