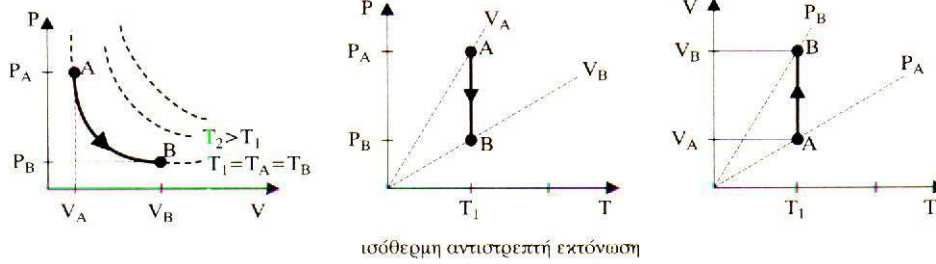


A. ΙΣΟΘΕΡΜΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

$T = \text{σταθερό ή } T_A = T_B$
 Νόμος Boyle-Mariotte
 $PV = \text{σταθερό ή } P_A V_A = P_B V_B$

Διαγράμματα



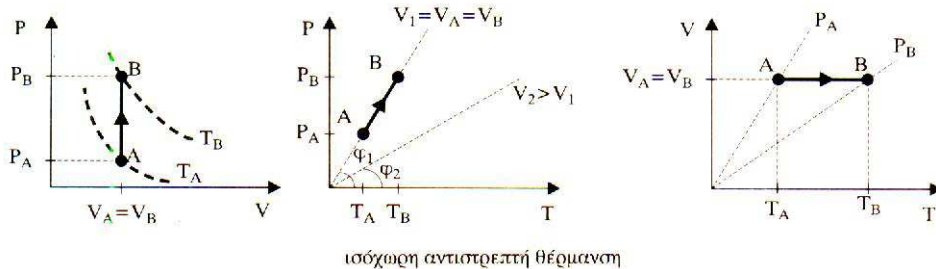
$$\Delta U = 0$$

1^{ος} Θερμοδυναμικός Νόμος: $Q = \Delta U + W \implies Q = W$

B. ΙΣΟΧΩΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

$V = \text{σταθερό ή } V_A = V_B$
 Νόμος Charles
 $\frac{P}{T} = \text{σταθερό ή } \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B}$

Διαγράμματα



$$W = 0$$

1^{ος} Θερμοδυναμικός Νόμος: $Q = \Delta U + W \implies Q = \Delta U$

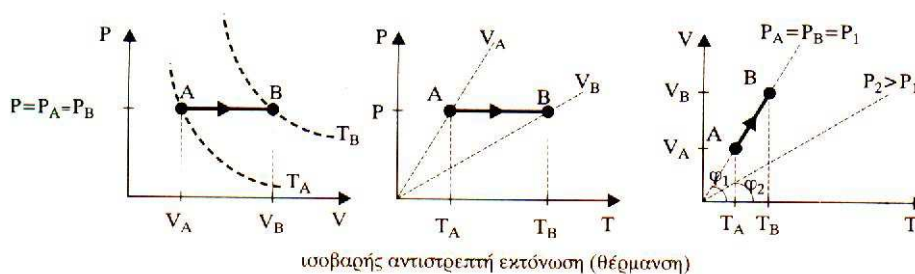
C. ΙΣΟΒΑΡΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

$$P = \text{σταθερό ή } P_A = P_B$$

Νόμος Charles

$$\frac{V}{T} = \text{σταθερό ή } \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$$

Διαγράμματα



1^{ος} Θερμοδυναμικός Νόμος: $Q = \Delta U + W$

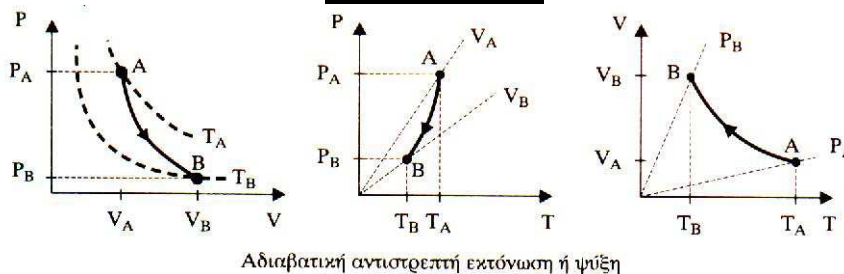
D. ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{σταθερό ή } \frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B}$$

Νόμος Poisson

$$P V^\gamma = \text{σταθερό ή } P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$$

Διαγράμματα



1^{ος} Θερμοδυναμικός Νόμος: $Q = \Delta U + W \xrightarrow{Q=0} W = -\Delta U$

Παράδειγμα επίλυσης προβλήματος στη Θερμοδυναμική

Το πρόβλημα: 64 στη σελίδα 140

Ένα ιδανικό αέριο εκτελεί την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ όπου:

ΑΒ ισόθερμη εκτόνωση,

ΒΓ ισόχωρη ψύξη,

ΓΔ ισοβαρή ψύξη,

ΔΑ ισόχωρη θέρμανση

Αν είναι $p_A = 6 \text{ atm}$, $V_A = 22,4 \text{ L}$, $T_A = 546 \text{ K}$, $V_B = 3V_A$, $T_\Gamma = 273 \text{ K}$.

α) Να αποδοθεί γραφικά η παραπάνω μεταβολή σε άξονες p - V , p - T , V - T .

β) Να υπολογιστεί το έργο που παράγεται από το αέριο κατά τη διάρκεια αυτής της μεταβολής.

Δίνονται $\ln 3 = 1,1$ $1 \text{ L} \cdot \text{atm} = 101 \text{ J}$.

Βήμα 1

Τοποθετούμε τα δεδομένα μας σε έναν πίνακα όπως ο παρακάτω:

Λαμβάνουμε υπόψιν ότι $V_B = 3V_A = 3 \cdot 22,4 \text{ L} = 67,2 \text{ L}$

	Ισόθερμη εκτόνωση	Ισόχωρη ψύξη	Ισοβαρής ψύξη	Ισόχωρη θέρμανση
	A	B	Γ	Δ
P (atm)	6			6
V (L)	22,4	67,2		22,4
T (K)	546		273	546

Για να μπορέσουμε να κάνουμε τα διαγράμματα πρέπει να υπολογίσουμε όλες τις τιμές που λείπουν από τον παραπάνω πίνακα.

Βήμα 2

Σε κάθε μεταβολή γνωρίζουμε:

$$\text{ΑΒ ισόθερμη} \rightarrow T_A = T_B \quad (1)$$

$$P_A V_A = P_B V_B \quad (5)$$

$$\text{ΒΓ ισόχωρη} \rightarrow V_B = V_\Gamma \quad (2)$$

$$\frac{P_B}{T_B} = \frac{P_\Gamma}{T_\Gamma} \quad (6)$$

$$\text{ΓΔ ισοβαρής} \rightarrow P_\Gamma = P_\Delta \quad (3)$$

$$\frac{V_\Gamma}{T_\Gamma} = \frac{V_\Delta}{T_\Delta} \quad (7)$$

$$\text{ΔΑ ισόχωρη} \rightarrow V_\Delta = V_A \quad (4)$$

$$\frac{P_\Delta}{T_\Delta} = \frac{P_A}{T_A} \quad (8)$$

Βήμα 3

Με βάση τις παραπάνω ισότητες υπολογίζουμε και συμπληρώνουμε τον πίνακα

$$(1) \rightarrow T_B = 546 \text{ K}$$

$$(2) \rightarrow V_\Gamma = 67,2 \text{ L}$$

$$(4) \rightarrow V_\Delta = 22,4 \text{ L}$$

$$(5) \rightarrow \frac{P_A V_A}{V_B} = P_B \rightarrow P_B = \frac{6 \cdot 22,4}{67,2} = \frac{134,4}{67,2} = 2 \text{ atm}$$

$$(6) \rightarrow \frac{P_B T_\Gamma}{T_B} = P_\Gamma \rightarrow P_\Gamma = \frac{2 \cdot 273}{546} = \frac{546}{546} = 1 \text{ atm}$$

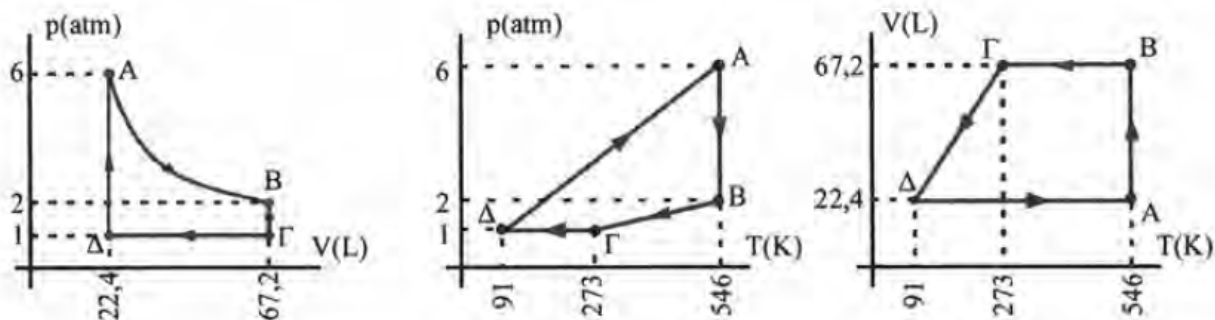
$$(3) \rightarrow P_\Delta = 1 \text{ atm}$$

$$(8) \rightarrow \frac{P_\Delta T_A}{P_A} = T_\Delta \rightarrow T_\Delta = \frac{1 \cdot 546}{6} = \frac{546}{6} = 91 \text{ K}$$

	Ισόθερμη εκτόνωση	Ισόχωρη ψύξη	Ισοβαρής ψύξη	Ισόχωρη θέρμανση
	A	B	Γ	Δ
P (atm)	6	2	1	1
V (L)	22,4	67,2	67,2	22,4
T (K)	546	546	273	91

Βήμα 4

Με βάση τις τιμές σχεδιάζουμε τα διαγράμματα:



Βήμα 5

Υπολογίζουμε το έργο για κάθε μεταβολή:

$$W_{AB} = nRT_A \ln \frac{V_B}{V_A} = P_A V_A \ln \frac{V_B}{V_A} = 6 \cdot 22,4 \cdot \ln \frac{67,2}{22,4} = 134,4 \cdot 1,1 = 147,84 \text{ L} \cdot \text{atm} = 147,84 \cdot 101 \text{ J} = 14931,84 \text{ J}$$

$$W_{B\Gamma} = W_{\Delta A} = 0 \text{ J} \quad \text{γιατί είναι ισόχωρες}$$

$$W_{\Gamma\Delta} = P_\Gamma (V_\Delta - V_\Gamma) = 1 \cdot (22,4 - 67,2) = -44,8 \text{ L} \cdot \text{atm} = -44,8 \cdot 101 \text{ J} = -4524,8 \text{ J}$$

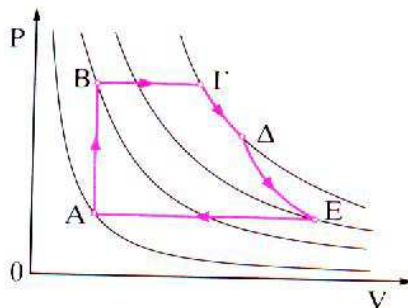
Οπότε συνολικά:

$$W = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma\Delta} + W_{\Delta A} = 14931,84 + 0 - 4524,8 + 0 = 10407 \text{ J}$$

Σημείωση: Ότι είναι κόκκινο ή σε κόκκινο πλαίσιο είναι εκτός με βάση τις φετινές οδηγίες, αλλά ο τρόπος επίλυσης της άσκησης στο σύνολο της είναι ο ίδιος. Το W_{AB} θα μπορούσε να είναι στα δεδομένα του προβλήματος!

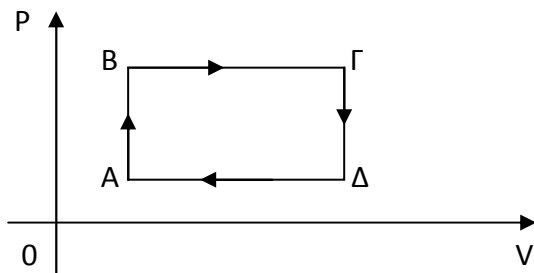
ο **Ασκήσεις**

1. Η μεταβολή ΔΕ είναι αδιαβατική. Συμπληρώστε τον πίνακα βάζοντας + ή - ή 0.



Μεταβολή	Q	ΔU	W	ΔP	ΔV	ΔT
A→B						
B→Γ						
Γ→Δ						
Δ→E	0					
E→A						
κύκλος						

2. Η κυκλική μηχανή του σχήματος εκτελείται από ορισμένη μάζα αερίου. Γι' αυτή τη μεταβολή ξέρουμε:



$Q_{AB\Gamma}=100\text{J}$, $W_{AB\Gamma}=60\text{J}$, $Q_{\Gamma\Delta A}=-80\text{J}$, $U_A=10\text{J}$ και $U_\Delta=40\text{J}$. Να βρεθούν:

- α) η U_Γ ,
- β) η $Q_{\Delta A}$,
- γ) η $Q_{\Gamma\Delta}$

[50J, -70J, -10J]