

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

1. Κατά την αδιαβατική αντιστρεπτή μεταβολή ποσότητας αερίου ισχύει η σχέση $P \cdot V^\gamma = \text{σταθερό}$. Ο αριθμός γ :

- α) εξαρτάται από την ατομικότητα του αερίου και είναι $\gamma < 1$
- β) εξαρτάται από την ατομικότητα του αερίου, από το είδος των δεσμών των ατόμων στο μόριο και είναι $\gamma > 1$
- γ) εξαρτάται από την ατομικότητα του αερίου, από το είδος των δεσμών των ατόμων στο μόριο και είναι $0 < \gamma < 1$
- δ) δεν εξαρτάται από την ατομικότητα του αερίου και είναι $\gamma < 1$

(ΜΟΝΑΔΕΣ 5)

2. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν σαν **σωστές ή λανθασμένες** βάζοντας **Σ ή Λ** σε κάθε μία από τις φράσεις που συμπληρώνουν την πρόταση:
Κατά την αδιαβατική συμπίεση ορισμένης ποσότητας αερίου:

- α) η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου αυξάνεται.
- β) η εσωτερική ενέργεια του αερίου μειώνεται.
- γ) η πίεση και ο όγκος του αερίου μεταβάλλονται, αλλά η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή.
- δ) το αέριο δεν ανταλλάσει θερμότητα με το περιβάλλον.
- ε) η αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας είναι αντίθετη του προσφερόμενου έργου στο αέριο.

(ΜΟΝΑΔΕΣ 5)

3. Να συμπληρώσετε, στο τετράδιο σας, τα πρόσημα κάθε μεταβολής (+, - ή 0) στον παρακάτω πίνακα:

Μεταβολή	ΔV	ΔP	ΔT	W	ΔU	Q
Ισόθερμη συμπίεση						
Ισόχωρη ψύξη						
Ισοβαρής θέρμανση						
Ισόχωρη Θέρμανση						
Αδιαβατική Εκτόνωση						

(ΜΟΝΑΔΕΣ 15)

4. Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου εκτονώνονται ισοβαρώς ανάμεσα στις ίδιες ισόθερμες.

Μία φορά υπό πίεση P (μεταβολή 1) και μία υπό πίεση $2P$ (μεταβολή 2).

α) Να παραστήσετε τις παραπάνω αντιστρεπτές μεταβολές σε κοινό διάγραμμα P - V .
(ΜΟΝΑΔΕΣ 5)

β) Να συγκρίνετε τις μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας (ΔU) του αερίου σε κάθε μια από τις παραπάνω μεταβολές.

(ΜΟΝΑΔΕΣ 5)

γ) Να επιλέξετε τη σωστή από τις φράσεις που ακολουθούν και στη συνέχεια να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Για τα έργα (W_1, W_2) που αποβάλλει το αέριο σε κάθε μεταβολή ισχύει :

i) $W_1 > W_2$

ii) $W_1 < W_2$

iii) $W_1 = W_2$

iv) Τα στοιχεία δεν επαρκούν για να απαντήσουμε.

(ΜΟΝΑΔΕΣ 5+10)

5. Ορισμένη ποσότητα (n moles) μονοατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A στην οποία η πίεσή του είναι $P_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, ο όγκος του $V_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και η θερμοκρασία του $T_A = 300 \text{ K}$. Το αέριο εκτελεί τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

AB: Ισόχωρη θέρμανση μέχρι η πίεσή του να τετραπλασιαστεί.

BΓ: Αδιαβατική εκτόνωση μέχρι η πίεση του να γίνει $P_\Gamma = 1/8 P_A$.

ΓΑ: Ισόθερμη συμπίεση μέχρι να επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση.

α) Να παραστήσετε την παραπάνω κυκλική μεταβολή σε αριθμημένους άξονες P - V .

(ΜΟΝΑΔΕΣ 10)

β) Να υπολογίσετε τις θερμοκρασίες στις καταστάσεις B και Γ .

(ΜΟΝΑΔΕΣ 10)

γ) Να υπολογίσετε τα έργα στις αντιστρεπτές μεταβολές $W_{AB}, W_{B\Gamma}, W_{\Gamma A}$.

(ΜΟΝΑΔΕΣ 15)

δ) Να υπολογίσετε το συνολικό ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον.

(ΜΟΝΑΔΕΣ 5)

ε) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης θερμικής μηχανής που λειτουργεί με τον παραπάνω κύκλο.

(ΜΟΝΑΔΕΣ 10)

Δίνεται: $C_p = (5/2)R, C_v = (3/2)R, \gamma = 5/3, \ln 2 = 0,7$.

Διάρκεια: 45 min.

Φυσικής ζητήματα
Ένα Ιστολόγιο για μαθητές Λυκείου ...

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

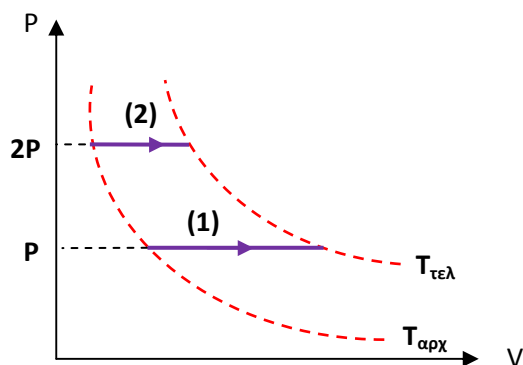
1. β 2. Σ Λ Λ Σ Σ

3.

Μεταβολή	ΔV	ΔP	ΔT	W	ΔU	Q
Ισόθερμη συμπίεση	-	+	0	-	0	-
Ισόχωρη ψύξη	0	-	-	0	-	-
Ισοβαρής θέρμανση	+	0	+	+	+	+
Ισόχωρη Θέρμανση	0	+	+	0	+	+
Αδιαβατική Εκτόνωση	+	-	-	+	-	0

4.

α)



β) $\Delta U_1 = \Delta U_2 = nC_V(T_{\text{τελ}} - T_{\text{αρχ}})$ (1)

γ) Επίσης ισχύει : $Q_1 = Q_2 = nC_p(T_{\text{τελ}} - T_{\text{αρχ}})$ (2)

Από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο για κάθε μεταβολή έχουμε:

$$Q_1 = \Delta U_1 + W_1 \rightarrow W_1 = Q_1 - \Delta U_1$$

$$Q_2 = \Delta U_2 + W_2 \rightarrow W_2 = Q_2 - \Delta U_2$$

όμως λόγω των (1) και (2) $\rightarrow W_1 = W_2$ άρα σωστή η (iii)

5. α, β) Από τα δεδομένα έχουμε:

	A ισόχωρη θέρμανση →	B αδιαβατική εκτόνωση →	Γ ισόθερμη συμπίεση →	A
P	$2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$	$8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$	$(1/4) \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$	$2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
V	$2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$		$2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
T	300 K		300 K	300 K

Εφαρμόζοντας τους νόμους των αερίων για τις μεταβολές ΓΑ και ΒΓ θα συμπληρώσουμε τα κενά του παραπάνω πίνακα:

Γ→Α Ισόθερμη συμπίεση: $p_{\Gamma}V_{\Gamma} = p_{\text{A}}V_{\text{A}} \rightarrow$

$$\frac{1}{4} \cdot 10^5 \cdot V_{\Gamma} = 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \rightarrow$$

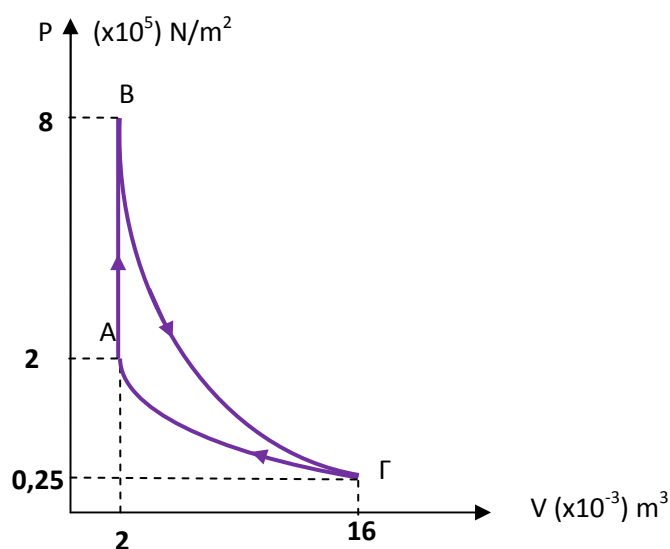
$$\rightarrow V_{\Gamma} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Εφαρμόζοντας το συνδυαστικό νόμο για την μεταβολή ΒΓ έχουμε:

$$\frac{p_B V_B}{T_B} = \frac{p_{\Gamma} V_{\Gamma}}{T_{\Gamma}} \rightarrow T_B = 1200 \text{ K}$$

	A ισόχωρη θέρμανση →	B αδιαβατική εκτόνωση →	Γ ισόθερμη συμπίεση →	A
P	$2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$	$8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$	$(1/4) \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$	$2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
V	$2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
T	300 K	1200 K	300 K	300 K

και το διάγραμμα P – V είναι το εξής:



γ)

$$W_{AB} = 0, \quad W_{B\Gamma} = \frac{p_{\Gamma}V_{\Gamma} - p_B V_B}{1 - \gamma} \quad \text{με αντικατάσταση προκύπτει: } W_{B\Gamma} = 1800 \text{ J,}$$

$$W_{\Gamma A} = nRT_{\Gamma} \ln \frac{V_A}{V_{\Gamma}} = p_{\Gamma} V_{\Gamma} \ln \frac{V_A}{V_{\Gamma}} = p_{\Gamma} V_{\Gamma} \ln \frac{1}{8} = p_{\Gamma} V_{\Gamma} (\ln 1 - \ln 8) \rightarrow$$

$$W_{\Gamma A} = p_{\Gamma} V_{\Gamma} (0 - \ln 2^3) = p_{\Gamma} V_{\Gamma} (-3 \ln 2)$$

με αντικατάσταση προκύπτει: $W_{\Gamma A} = -840 \text{ J}$.

δ)

$$\text{Άρα } W_{0\lambda} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + W_{\Gamma A} = 0 + 1800 - 840 = 960 \text{ J.}$$

$$\text{Όμως } Q_{0\lambda} = \Delta U_{0\lambda} + W_{0\lambda} = 0 + 960 = 960 \text{ J.}$$

ε)

$$Q_h = Q_{AB} = nC_V \Delta T = \frac{3}{2} nR(T_B - T_A) = \frac{3}{2} V_A (P_B - P_A) \rightarrow Q_h = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^5 \rightarrow$$

$$Q_h = 1800 \text{ J. } (Q_{B\Gamma} = 0, Q_{\Gamma A} = Q_C)$$

$$\text{Οπότε } e = \frac{W}{Q_h} = \frac{960}{1800} = \frac{8}{15} .$$

Μαρούσης Βαγγέλης