

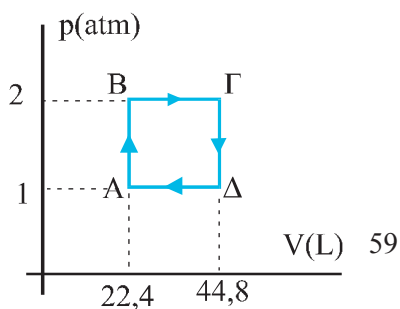
## ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 57 Ποσότητα αερίου βρίσκεται μέσα σε κύλινδρο και καταλαμβάνει όγκο  $V$ . Το αέριο εκτονώνεται μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του. Η εκτόνωση του αερίου μπορεί να γίνει με ισόθερμη ή με αδιαβατική ή με ισοβαρή μεταβολή.
- Να παραστήσετε γραφικά σε διάγραμμα  $p$ - $V$  τις τρεις μεταβολές που μπορούν να οδηγήσουν το αέριο από την αρχική του κατάσταση στην τελική.
  - Σε ποια από τις τρεις μεταβολές: i) Το αέριο παράγει περισσότερο έργο; ii) Το αέριο απορροφά το μικρότερο ποσό θερμότητας;

- 58 Το σχήμα 4.44 δείχνει τη γραφική παράσταση της σχέσης  $p = f(V)$ , όπου  $p$ ,  $V$  η πίεση και ο όγκος ενός mol ιδανικού αερίου. Να γίνει για την ίδια κυκλική μεταβολή η γραφική παράσταση των σχέσεων  $p = f(T)$  και  $V = f(T)$ , όπου  $T$  η απόλυτη θερμοκρασία, και να υπολογιστεί το έργο που παράγεται από το αέριο κατά την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔ.

Δίνονται  $1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ .

[Απ: 2269 J]



Σχ. 4.44

- 59 Κυλινδρικό δοχείο έχει τον άξονά του κατακόρυφο και κλείνεται, στο επάνω μέρος του, με έμβολο βάρους  $w$  και εμβαδού  $A$ , έτσι ώστε το αέριο που περιέχει να έχει όγκο  $V$ . Το αέριο θερμαίνεται έτσι ώστε η θερμοκρασία του, από  $\theta$ , να γίνει  $\theta'$ . Να υπολογιστεί το έργο που πα-

ράγεται από το αέριο. Η θέρμανση γίνεται σε χώρο όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι  $p_{at}$ .

$$[Απ: W = V \left( p_{at} + \frac{w}{A} \right) \cdot \left( \frac{\theta' - \theta}{273 + \theta} \right) ]$$

- 60 Κυλινδρικό δοχείο με αδιαβατικά τοιχώματα έχει τον άξονά του κατακόρυφο και κλείνεται με έμβολο πάνω στο οποίο βρίσκονται διάφορα σταθμά. Στο δοχείο περιέχεται  $V_1 = 1 \text{ m}^3$  υδρογόνου, σε θερμοκρασία  $\theta_1 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$  και πίεση  $p_1 = 125 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Αφαιρώντας σταθμά κάνουμε την πίεση ίση με  $p_2 = 10^5 \text{ N/m}^2$  (ατμοσφαιρική πίεση). Να υπολογιστούν:

α) Ο όγκος και η θερμοκρασία του αερίου στην τελική κατάσταση.

β) Το έργο που παράχθηκε κατά την εκτόνωσή του.

Θεωρήστε κατά προσέγγιση  $\gamma = 3/2$ .

$$[Απ: α) 25 \text{ m}^3, T = 60 \text{ K}, β) W = 2 \times 10^7 \text{ J}]$$

- 61 Μια ποσότητα ιδανικού αερίου που αποτελείται από  $N = 1,5 \times 10^{24}$  μόρια, βρίσκεται σε θερμοκρασία  $\theta_A = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Θερμαίνουμε το αέριο μέχρι η θερμοκρασία του να γίνει  $\theta_B = 127 \text{ }^\circ\text{C}$  i) με σταθερό όγκο και ii) με σταθερή πίεση. Να υπολογιστούν σε κάθε περίπτωση:

α) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

β) Το έργο που παράγει το αέριο.

γ) Η θερμότητα που προσφέρουμε στο αέριο.

Δίνονται:  $R = 8,314 \text{ J / (mol K)}$ ,  $N_A = 6,023 \times 10^{23}$  μόρια/mol και

$$C_v = \frac{3}{2} R$$

$$[Απ: i) 3105,8 \text{ J}, 0, 3105,8 \text{ J} \quad ii) 3105,8 \text{ J}, 2070,6 \text{ J}, 5176,4 \text{ J}]$$

- 62 Η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής σε μια μηχανή Carnot είναι  $\theta_1 = 127 \text{ }^\circ\text{C}$  και της ψυχρής  $\theta_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ .

α) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

β) Αν η μηχανή αποδίδει ισχύ  $P = 10 \text{ HP}$  να υπολογιστεί το ποσό της θερμότητας που απορροφά από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας σε χρόνο  $t = 1 \text{ h}$ . Δίνεται  $1 \text{ HP} = 745,7 \text{ W}$ .

$$[Απ: 0,25, 29,828 \text{ kWh}]$$

- 63 Ιδανική θερμική μηχανή λειτουργεί με τον αντιστρεπτό κύκλο του σχήματος 4.45.

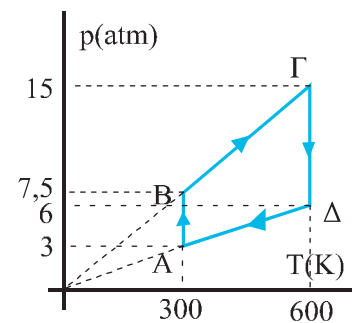
α) Να παρασταθεί γραφικά η κυκλική μεταβολή σε άξονες V-T και p-V.

β) Να υπολογιστεί το έργο που παράγει η μηχανή στη διάρκεια ενός κύκλου.

γ) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

Δίνονται: η ποσότητα του αερίου  $n = 0,975 \text{ mol}$ ,  $C_v = 3R/2$ ,  $R = 8,314 \text{ J / (mol K)} = 0,082 \text{ L atm / (mol K)}$ ,  $\ln 2,5 = 0,9163$ .

$$[Απ: β) 2228,3 \text{ J}, γ) 0,275]$$



Σχ. 4.45

- 64 Ένα ιδανικό αέριο εκτελεί την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ όπου ΑΒ ισόθερμη εκτόνωση, ΒΓ ισόχωρη ψύξη, ΓΔ ισοβαρή ψύξη, ΔΑ ισόχωρη θέρμανση. Αν είναι  $p_A = 6 \text{ atm}$ ,  $V_A = 22,4 \text{ L}$ ,  $T_A = 546 \text{ K}$ ,  $V_B = 3V_A$ ,  $T_D = 273 \text{ K}$ .
- 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  $\ln 3 = 1,1$   $1 \text{ L atm} = 101 \text{ J}$ .  
[Απ: 10407 J]
- 65 Ένα mol ιδανικού αερίου φέρεται από την κατάσταση Α ( $p_0$ ,  $V_0$ ) στην κατάσταση Β ( $2p_0$ ,  $2V_0$ ) με δυο τρόπους:
- α) Με μια ισόθερμη και μια ισοβαρή μεταβολή.
- β) Με μια ισόθερμη και με μια ισόχωρη μεταβολή.
- Να υπολογιστούν τα  $Q$  και  $W$  σε κάθε περίπτωση. Δίνονται τα  $p_0$ ,  $V_0$ ,  $\ln 2 = 0,6931$ ,  $C_V = 3R/2$ .  
[Απ: α)  $6,8p_0V_0$ ,  $2,3p_0V_0$  β)  $5,2p_0V_0$ ,  $0,7p_0V_0$ ]
- 66 Η κυκλική μεταβολή του ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής αποτελείται από: α) μια ισόχωρη θέρμανση μέχρι να τριπλασιαστεί η πίεσή του, β) μια ισοβαρή εκτόνωση μέχρι να τριπλασιαστεί ο όγκος του, γ) μια ισόχωρη ψύξη μέχρι να αποκτήσει την αρχική πίεση και, δ) μια ισοβαρή συμπίεση μέχρι την αρχική του κατάσταση. Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής. Δίνεται  $\gamma = 5/3$ .  
[Απ: 2/9]
- 67 Ένα mol ιδανικού αερίου, που βρίσκεται σε s.t.p θερμαίνεται με σταθερή πίεση μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του και μετά ψύχεται με σταθερό όγκο μέχρι να υποδιπλασιαστεί η πίεσή του. Να υπολογιστούν:
- α) Το έργο που παράχθηκε.
- β) Η θερμότητα που ανταλλάχθηκε με το περιβάλλον.
- γ) Η μεταβολή της εντροπίας του αερίου.
- Δίνονται:  $R = 8,314 \text{ J / (mol K)}$ ,  $\ln 2 = 0,693$ ,  $1 \text{ L atm} = 101,4 \text{ J}$ .  
[Απ : α) 2271 J β) 2271 J γ) 5,76 J / K]
- 68 Ένα mol ιδανικού αερίου, που βρίσκεται σε s.t.p. συμπιέζεται αδιαβατικά μέχρι η πίεσή του να γίνει 8 atm και μετά ψύχεται με σταθερό όγκο μέχρι η πίεσή του να γίνει 4 atm. Να υπολογιστούν για κάθε μεταβολή του αερίου και για τη συνολική μεταβολή του:
- α) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας, του αερίου.
- β) Η μεταβολή της εντροπίας του.
- Δίνονται:  $R = 8,314 \text{ J / (mol K)}$  και  $\ln 2 = 0,6931$ . Θεωρήστε ότι για το αέριο  $\gamma = 3/2$  και  $C_V = 16,628 \text{ J / (mol K)}$ .  
[Απ: α) 4539,5 J, -4539,5 J, 0, β) 0, -11,52 J / K, -11,52 J / K]
- 69 Ιδανικό αέριο έχει όγκο  $V_A = 0,04 \text{ m}^3$ , πίεση  $p_A = 3 \times 10^5 \text{ N / m}^2$  και θερμοκρασία  $T_A = 600 \text{ K}$ . Το αέριο εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι ο όγκος του να γίνει  $V_B = 0,16 \text{ m}^3$ , ύστερα ψύχεται με σταθερό όγκο

ώσπου να αποκτήσει την κατάλληλη πίεση από όπου μια αδιαβατική συμπίεση θα το φέρει στην αρχική του κατάσταση. Να υπολογιστούν:

α) Η εσωτερική ενέργεια του αερίου στην αρχική του κατάσταση, καθώς και στο τέλος της ισόθερμης και της ισόχωρης μεταβολής.

β) Το έργο που παράγεται κατά την κυκλική μεταβολή.

γ) Η μεταβολή της εντροπίας στις επιμέρους μεταβολές.

Δίνονται:  $R = 8,314 \text{ J / (mol K)}$ ,  $\gamma = 5/3$ ,  $\ln 4 = 1,386$  ( $0,25$ )<sup>γ</sup> =  $0,0992$ .

[Απ: 18000 J, 18000 J, 7200 J, 5832 J, 27,72 J / K, 0, -27,72 J / K]

- 70 Κυλινδρικό δοχείο, με αδιαβατικά τοιχώματα, έχει τον άξονά του κατακόρυφο, και κλείνεται στο επάνω μέρος του με αδιαβατικό έμβολο εμβαδού  $A = 10 \text{ cm}^2$  και μάζας  $m = 10 \text{ kg}$ . Ο κύλινδρος περιέχει ιδανικό αέριο και βρίσκεται σε χώρο όπου η εξωτερική πίεση είναι  $p_{at} = 1,013 \times 10^5 \text{ N / m}^2$ . Μέσω μιας αντίστασης  $R$  που βρίσκεται μέσα στο δοχείο το αέριο θερμαίνεται αργά. Αν το ποσό θερμότητας που προσφέρεται μέσω της αντίστασης είναι  $Q = 50 \text{ J}$  να υπολογιστεί:

α) Η μετατόπιση του εμβόλου.

β) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

Δίνονται:  $g = 10 \text{ m / s}^2$ ,  $C_V = 3R/2$ .

[Απ: 0,1 m, 30 J]

- 71 Η κυκλική μεταβολή του ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής αποτελείται από μια ισόχωρη ψύξη AB, μια ισοβαρή ψύξη BΓ και τέλος τη μεταβολή ΓΑ, κατά τη διάρκεια της οποίας η πίεση και ο όγκος συνδέονται με τη σχέση  $p = 600 + 400V$  (SI). Όλες οι μεταβολές θεωρούνται αντιστρεπτές. Αν στις καταστάσεις A και Γ το αέριο έχει όγκο  $V_A = 2 \text{ m}^3$  και  $V_\Gamma = 1 \text{ m}^3$ , αντίστοιχα,

α) Να υπολογιστεί το έργο που παράγεται σε έναν κύκλο.

β) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της μηχανής.

γ) Να καθοριστεί αν αυξάνεται η ελαττώνεται η εντροπία του αερίου για κάθε μια από τις επιμέρους μεταβολές.

Δίνεται:  $C_V = \frac{3}{2} R$

[Απ: 200 J, 0,051]

- 72 Ποσότητα  $n = 2/R$  mol ιδανικού αερίου υποβάλλεται σε κυκλική μεταβολή ABΓ. Κατά τη διάρκεια της μεταβολής AB η πίεση και ο όγκος του αερίου συνδέονται με τη σχέση  $p = -\frac{2}{3} \times 10^8 V + 6 \times 10^5$  (SI). Η μεταβολή BΓ είναι ισοβαρής, και η ΓΑ είναι ισόχωρη. Ο όγκος του αερίου στις καταστάσεις A και B είναι  $V_A = 6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  και  $V_B = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ , αντίστοιχα. Να υπολογίσετε:

α) το έργο που παράγει το αέριο κατά την κυκλική μεταβολή.

β) τη θερμότητα που απορροφά ή αποβάλλει το αέριο στη διάρκεια καθεμιάς από τις επιμέρους μεταβολές.

γ) τη μεταβολή της εντροπίας του αερίου στις μεταβολές AB και ΓΑ.

Δίνονται:  $C_V = 3R / 2$ ,  $\Delta S_{B\Gamma} = 3,5 \text{ J / K}$  και  $\ln 2 = 0,7$ .

[Απ: 300 J, -900 J, 3000 J, -1800 J, -1,4 J / K, -2,1 J / K]