

# Β' τάξη Γενικού Λυκείου

## Φυσική Κατεύθυνσης

### Κεφ 2 : Θερμοδυναμική

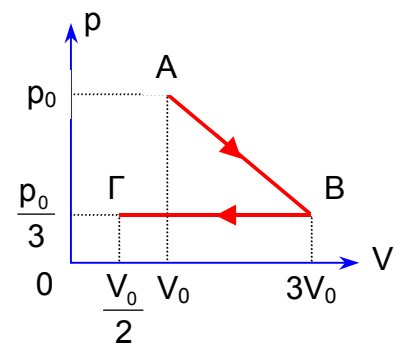
### Ασκήσεις

**1** Ιδανικό αέριο βρίσκεται σε αρχικές συνθήκες  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_1 = 2 \text{ L}$  και  $T_1 = 300\text{K}$ . Θερμαίνουμε το αέριο σε θερμοκρασία  $T_2 = 600\text{K}$  κρατώντας την πίεσή του σταθερή. Στην παραπάνω μεταβολή το αέριο απορροφά θερμότητα  $Q = 500\text{J}$ . Δίνεται  $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ .

- Ποιο είναι το έργο της εκτόνωσης του αερίου;
- Πόση είναι η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου;
- Πόσος είναι ο λόγος  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ ;
- Να βρεθούν τα  $C_p$  και  $C_v$ .

**2** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί τη μεταβολή ABΓ του σχήματος. Αν η κατάσταση A έχει πίεση  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ , όγκο  $V_0 = 3 \text{ L}$  και θερμοκρασία  $T_0 = 300\text{K}$ , να υπολογιστούν :

- Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας, το έργο και το ποσό θερμότητας που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά την μεταβολή AB.
- Το ολικό έργο και η ολική μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας.
- Το ποσό θερμότητας που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά την μεταβολή ABΓ.



**3** Ιδανικό αέριο αρχικά βρίσκεται στην κατάσταση  $A(p_0, V_0, T_0)$  και στη συνέχεια ακολουθεί τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

- Ισόχωρη θέρμανση από την κατάσταση A στην κατάσταση B( $2 p_0, V_B, T_B$ ).
  - Ισοβαρή συμπίεση από την κατάσταση B στην κατάσταση Γ( $p_\Gamma, V_0/4, T_\Gamma$ ).
  - Ισόχωρη ψύξη από την κατάσταση Γ στην κατάσταση Δ( $p_0, V_\Delta, T_\Delta$ ).
  - Ισοβαρή εκτόνωση από την κατάσταση Δ στην κατάσταση A.
- Να παραστήσετε γραφικά σε διάγραμμα  $p$ - $V$  τις παραπάνω μεταβολές.
  - Να προσδιορίσετε τις τιμές  $V_B, T_B, p_\Gamma, T_\Gamma, V_\Delta, T_\Delta$  σε συνάρτηση με τις αρχικές τιμές  $V_0, T_0, p_0$ .
  - Να υπολογίσετε το έργο σε καθεμιά από τις παραπάνω μεταβολές.
  - Να υπολογίσετε το συνολικό έργο που παράγεται ή καταναλώνεται κατά την παραπάνω κυκλική μεταβολή.

**4** Ένα ιδανικό αέριο έχει όγκο  $V_0$ , πίεση  $p_0$  και θερμοκρασία  $T_0$ . Συμπιέζουμε το αέριο αδιαβατικά μέχρι να αποκτήσει θερμοκρασία  $T_1 = 4T_0$ . Αν δίνεται  $\gamma = 5/3$ , να υπολογιστούν :

- α. Ο νέος όγκος ,
- β. Η νέα πίεση και
- γ. το έργο της συμπίεσης.

**5** Ιδανικό μονοατομικό αέριο εκτελεί κυκλική θερμοδυναμική μεταβολή που αποτελείται από τις εξής αντιστρεπτές μεταβολές:

1. Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A, με  $p_1=3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  και  $V_1=4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  εκτονώνεται ισοβαρώς στην κατάσταση B, με  $V_2=3V_1$ ,
2. από την κατάσταση B ψύχεται ισόχωρα στην κατάσταση Γ, και
3. από την κατάσταση Γ συμπιέζεται ισόθερμα στη θερμοκρασία  $T_1$ , στην αρχική κατάσταση A.

Αν η ποσότητα του αερίου είναι  $n=3/R \text{ mol}$ , όπου R είναι η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων σε  $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ , ζητείται:

- α. Να παρασταθούν γραφικά οι παραπάνω μεταβολές σε διάγραμμα πίεσης - όγκου (p-V).
- β. Να βρεθεί ο λόγος  $(\Delta U_{1 \rightarrow 2} / \Delta U_{2 \rightarrow 3})$  της μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή εκτόνωση προς τη μεταβολή της εσωτερικής του ενέργειας κατά την ισόχωρη ψύξη.
- γ. Να βρεθεί ο συντελεστής απόδοσης ιδανικής μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών της παραπάνω κυκλικής μεταβολής.
- δ. Να βρεθεί το ολικό ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας κυκλικής μεταβολής, αν το ποσό του έργου κατά την ισόθερμη συμπίεση του αερίου είναι  $W_{3 \rightarrow 1} = -1318 \text{ J}$ .

**6** Ποσότητα ιδανικού αερίου που έχει στην κατάσταση A όγκο  $V_0$  και πίεση  $p_0$  εκτελεί κυκλική μεταβολή που αποτελείται από: AB ισόθερμη μεταβολή μέχρι όγκο  $2 \cdot V_0$ , ΒΓ ισοβαρής μεταβολή μέχρι τον αρχικό όγκο και ΓΑ ισόχωρη μεταβολή μέχρι την αρχική πίεση.

- α. Να υπολογιστούν τα  $Q_{AB}$  και  $Q_{\Gamma A}$ .
- β. Να βρεθεί για κάθε επιμέρους μεταβολή το πρόσημο των μεγεθών  $\Delta V$ ,  $\Delta p$ ,  $\Delta T$ ,  $Q$ ,  $\Delta U$  και  $W$ .
- γ. Να υπολογιστεί το ολικό έργο.
- δ. Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης του κύκλου.
- ε. Να υπολογιστεί η απόδοση μηχανής Carnot που λειτουργεί ανάμεσα στις δύο θερμοκρασίες του κύκλου.

Δίνεται  $C_p = \frac{5R}{2}$ ,  $C_v = \frac{3R}{2}$  και  $\ln 2 = 0,7$ .

**7** Να υπολογιστεί η απόδοση μιας θερμικής μηχανής που εκτελεί κύκλο αποτελούμενο από δυο ισοβαρείς ( $p$ ,  $2p$ ) και δυο ισόχωρες ( $V$ ,  $2V$ ) μεταβολές. Η μηχανή λειτουργεί με ιδανικό αέριο. Είναι  $C_p = \frac{5R}{2}$ ,  $C_v = \frac{3R}{2}$

- 8** Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης θερμικής μηχανής που λειτουργεί εκτελώντας κύκλο που αποτελείται από δυο αδιαβατικές και δυο ισοβαρείς μεταβολές. Δίνεται για την πρώτη αδιαβατική :  $V_α/V_τ = \epsilon = \text{λόγος συμπίεσης} > 1$  και  $\gamma = C_p/C_v$
- 9** Ιδανικό αέριο έχει θερμοκρασία  $T_1 = 400\text{K}$ , πίεση  $p_1 = 4 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$  και όγκο  $V_1 = 2 \text{ L}$ . Το αέριο ψύχεται ισόχωρα μέχρι  $T_2 = 200\text{K}$  και μετά γίνεται ισοβαρής εκτόνωση μέχρι την αρχική θερμοκρασία  $T_1$ . Μετά θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι θερμοκρασία  $T_3 = 600\text{K}$  και μετά με ισοβαρή συμπίεση επαναφέρεται στην αρχική θερμοκρασία  $T_1$ . Να γίνει διάγραμμα  $p - V$ , να βρεθεί η τελική πίεση  $p_5$  και το ολικό έργο που καταναλώνει το αέριο.
- 10** Ιδανικό αέριο εκτονώνεται αδιαβατικά από  $(p_1, V_1, T_1)$  σε  $(p_2, V_2, T_2)$  όποτε παράγεται έργο  $840\text{J}$ . Μετά με ισόχωρη θέρμανση το επαναφέρουμε στην αρχική θερμοκρασία  $T_1$ . Να βρεθεί το  $Q$  που προσφέραμε στην θέρμανση.
- 11** Ποσότητα  $\eta = 0,1\text{moles}$  ιδανικού αερίου θερμαίνεται ισόχωρα από  $T_1 = 300\text{K}$  σε  $T_2 = 600\text{K}$ . Μετά εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος και μετά ψύχεται ισοβαρώς μέχρι την αρχική  $T_1$  και αν απαιτείται ισόθερμα μέχρι την αρχική κατάσταση. Να γίνει διάγραμμα  $p - V$  και να υπολογιστεί το συνολικό έργο. Δίνεται  $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ,  $\ln 2 = 0,7$ .
- 12** Δοχείο με αδιαβατικά και ανένδοτα τοιχώματα χωρίζεται σε δυο μέρη όγκων  $V_1$  και  $V_2$  με λεπτό μονωτικό διάφραγμα. Στον όγκο  $V_1$  υπάρχει ιδανικό αέριο σε πίεση  $p_1$  και θερμοκρασία  $T_1$  και στον όγκο  $V_2$  το ίδιο ιδανικό αέριο σε πίεση  $p_2$  και θερμοκρασία  $T_2$ . Αν αφαιρεθεί το διάφραγμα και φθάσουμε σε κατάσταση ισορροπίας για το σύστημα να βρεθούν οι τελικές τιμές α) θερμοκρασίας  $T$  και β) πίεσης  $p$ .
- 13**  $V = 1 \text{ L}$  ιδανικού αερίου σε πίεση  $10^5 \text{ N/m}^2$  εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του. Στη συνέχεια συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι τον αρχικό του όγκο και κατόπιν συμπιέζεται πάλι ισόθερμα μέχρι την αρχική του πίεση. α) Να γίνει διάγραμμα  $p - V$  των παραπάνω μεταβολών, β) Να υπολογιστεί το συνολικό έργο που δίνεται στο αέριο κατά την παραπάνω μεταβολή, γ) Αν κατά την ισοβαρή συμπίεση αφαιρείται από το αέριο θερμότητα  $495\text{J}$  πόση θα είναι η συνολική μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας, δ) Με ποια διαδικασία θα φέρναμε το αέριο στην αρχική του κατάσταση, ε) Πόσο έργο θα παραγόταν τότε. Δίνεται  $\ln 2 = 0,693$ .
- 14** Ιδανικό αέριο καταλαμβάνει όγκο  $V_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  σε πίεση  $p_A = 10^5 \text{ N/m}^2$  και θερμοκρασία  $T_A = 250\text{K}$ . Θερμαίνουμε το αέριο με σταθερή πίεση μέχρι  $T_B = 500\text{K}$ . Για την μεταβολή αυτή το αέριο απορρόφησε θερμότητα  $Q = 1000\text{J}$ . Να υπολογιστούν  
α) το έργο και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας και  
β) το πηλίκιο  $C_p/C_v$ .