

Β' τάξη Γενικού Λυκείου

# Φυσική Κατεύθυνσης

## Κεφ 1 : Κινητική Θεωρία Αερίων

### Ασκήσεις

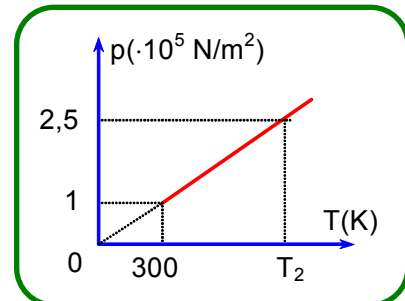
1. Ο όγκος ενός αερίου σε θερμοκρασία  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  είναι 5L. Θερμαίνουμε το αέριο υπό σταθερή πίεση μέχρις ότου η θερμοκρασία του γίνει  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Να υπολογιστεί ο νέος όγκος του αερίου.
2. Η πίεση ενός αερίου είναι 3atm σε θερμοκρασία  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Θερμαίνουμε το αέριο υπό σταθερό όγκο μέχρις ότου η θερμοκρασία του φτάσει τους  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Να υπολογιστεί η νέα πίεση του αερίου.
3. Αέριο καταλαμβάνει όγκο 2,5L υπό πίεση 1atm. Ποια η πίεση του αερίου όταν ο όγκος ελαττωθεί υπό σταθερή θερμοκρασία στο 1L;
4. Δοχείο με όγκο 2L περιέχει αέρα με πίεση 1atm και θερμοκρασία  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Θερμαίνουμε το δοχείο ώσπου η πίεση να φτάσει στις 5atm.
  - α. Πόση θα είναι τότε η θερμοκρασία; Θεωρείστε τον όγκο σταθερό.
  - β. Αν η θερμοκρασία διατηρηθεί σταθερή στην τιμή του (α) ερωτήματος και το αέριο αφηθεί να διασταλεί, πόσος θα είναι ο όγκος όταν το αέριο επανέλθει στην αρχική του πίεση.
5. Να υπολογιστεί η πυκνότητα ποσότητας αερίου οξυγόνου που βρίσκεται υπό πίεση 1atm σε θερμοκρασία 300K. Δίνονται  $R = 8,314\text{J/mol}\cdot\text{K}$  και  $1\text{atm} = 10^5\text{ N/m}^2$ .
6. Ορισμένη ποσότητα αερίου βρίσκεται στην κατάσταση Α με όγκο  $V_0$  και πίεση  $p_0$  και θερμοκρασία  $T_0$ . Το αέριο εκτονώνεται αρχικά ισοβαρώς μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος του και στη συνέχεια ισόχωρα μέχρι να υποδιπλασιαστεί η πίεση. Να δείξετε ότι η αρχική και η τελική κατάσταση του αερίου βρίσκονται πάνω στην ίδια ισόθερμη καμπύλη.
7. Αέριο που βρίσκεται σε θερμοκρασία  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  και πίεση 1atm καταλαμβάνει όγκο  $1\text{m}^3$ . Θερμαίνουμε το αέριο υπό σταθερή πίεση μέχρις ότου ο όγκος του γίνει  $1,5\text{m}^3$  και στη συνέχεια το θερμαίνουμε υπό σταθερό όγκο μέχρις ότου η πίεσή του γίνει 2atm. Να βρεθεί η τελική θερμοκρασία του αερίου. Δίνεται  $1\text{atm} = 10^5\text{ N/m}^2$ .
8. Αέριο ήλιο, καταλαμβάνει όγκο 1,8L, έχει πίεση 3atm και θερμοκρασία  $57\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Θερμαίνουμε το αέριο ώσπου να διπλασιαστούν η πίεση και ο όγκος του. Πόση είναι η τελική θερμοκρασία;

**9.** Ιδανικό αέριο έχει όγκο 1L υπό πίεση  $10^5 \text{ N/m}^2$  και θερμοκρασία 300K. Το αέριο ψύχεται στους 10K υπό σταθερή πίεση. α) Πόσο θα ελαττωθεί ο όγκος του ; β) Στη συνέχεια εκτονώνεται στον αρχικό του όγκο με σταθερή θερμοκρασία. Πόση θα είναι η τελική του πίεση ;

**10.** Στη διάρκεια πειράματος με ποσότητα  $n = 1/R$  mol αερίου μετρήθηκαν η πίεση και η θερμοκρασία του. Οι μετρήσεις έδωσαν το διπλανό διάγραμμα.

α. Ποια είναι τα συμπεράσματά σας για το αέριο;

β. Να υπολογιστεί ο όγκος του αερίου και η θερμοκρασία  $T_2$ .



**11.** Κυλινδρικό δοχείο διαθέτει εφαρμοστό έμβολο που επιτρέπει την μεταβολή του όγκου του δοχείου. Αρχικά το δοχείο περιέχει  $0,1\text{m}^3$  αέρα σε πίεση 1atm. Πιέζουμε αργά το έμβολο ώσπου να μειωθεί ο όγκος του δοχείου σε  $0,05\text{m}^3$ . Αν η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, ποια είναι η τελική του πίεση; Ποια είναι η % μεταβολή της πυκνότητας του αερίου;

**12.** Δοχείο με όγκο 2L, περιέχει οξυγόνο θερμοκρασίας 300K υπό ατμοσφαιρική πίεση  $p_0 = 1\text{atm}$ . Το δοχείο που είναι ανοικτό στην ατμόσφαιρα θερμαίνεται στους 400K και κατόπιν κλείνεται. Αν το κλειστό δοχείο ψυχθεί στην αρχική του θερμοκρασία να υπολογιστεί η νέα πίεση και η μάζα του οξυγόνου που διέφυγε στην ατμόσφαιρα κατά τη θέρμανση. Δίνονται :  $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ ,  $M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g/mol}$  και  $1\text{atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$ .

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

1. Ισόχωρη θέρμανση από την κατάσταση A στην κατάσταση  $B(2p_0, V_B, T_B)$ .
2. Ισοβαρή συμπίεση από την κατάσταση B στην κατάσταση  $\Gamma(p_\Gamma, V_0/4, T_\Gamma)$ .
3. Ισόχωρη ψύξη από την κατάσταση  $\Gamma$  στην κατάσταση  $\Delta(p_0, V_\Delta, T_\Delta)$ .
4. Ισοβαρή εκτόνωση από την κατάσταση  $\Delta$  στην κατάσταση A.

α. Να παραστήσετε γραφικά σε διάγραμμα  $p - V$  τις μεταβολές.

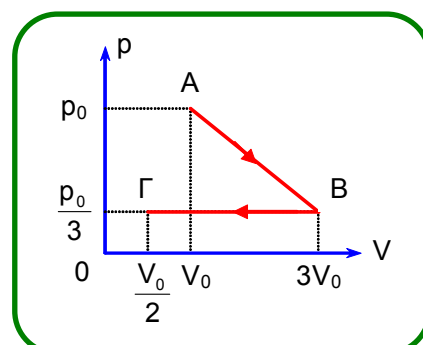
β. Να παραστήσετε γραφικά σε διάγραμμα  $p - T$  και  $V - T$  τις μεταβολές.

γ. Να προσδιορίσετε τις τιμές  $V_B, T_B, p_\Gamma, T_\Gamma, V_\Delta, T_\Delta$  σε συνάρτηση με τις αρχικές τιμές  $V_0, T_0, p_0$ .

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

α. Να αποδείξετε ότι οι καταστάσεις A και B ανήκουν στην ίδια ισόθερμη.

β. Να βρεθεί η θερμοκρασία  $T_\Gamma$ .



- 15.** 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  $p_3$ .
- 16.** Ποσότητα  $n = 0,1\text{moles}$  ιδανικού αερίου έχει όγκο  $V_1 = 1\text{L}$  και θερμοκρασία  $T_1 = 300\text{K}$ . Το αέριο θερμαίνεται ισόχωρα σε  $T_2 = 600\text{K}$ . Μετά εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος και μετά ψύχεται ισοβαρώς μέχρι την αρχική  $T_1$  και ισόθερμα μέχρι την αρχική κατάσταση. Να γίνει διάγραμμα  $p - V$ . Δίνεται  $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ .
- 17.** Ιδανικό αέριο καταλαμβάνει όγκο  $V = 1 \text{ L}$  σε πίεση  $10^5 \text{ N/m}^2$ . Το αέριο 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) Με ποια διαδικασία θα φέρναμε το αέριο στην αρχική του κατάσταση.
- 18.** Ποσότητα  $n = 10/R \text{ mol}$  ιδανικού αερίου κλείνεται σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο από έμβολο βάρους  $w = 400\text{N}$  και διατομής  $A = 20\text{cm}^2$ . Η θερμοκρασία του αερίου είναι  $T_1 = 300 \text{ K}$ . Το αέριο εκτονώνεται πολύ αργά υπό σταθερή πίεση μέχρι διπλασιασμού του όγκου του και στη συνέχεια συμπιέζεται υπό σταθερή θερμοκρασία μέχρι τον αρχικό του όγκο. Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι  $p_a = 10^5 \text{ N/m}^2$  να υπολογιστούν η αρχική πίεση, ο αρχικός όγκος του αερίου και η τελική πίεση και θερμοκρασία του.
- 19.** Κατακόρυφος κυλινδρικός σωλήνας που περιέχει αέριο κλείνεται με έμβολο διατομής  $A = 5\text{cm}^2$  και βάρους  $w = 40\text{N}$ , που μπορεί να ολισθαίνει στο εσωτερικό του χωρίς τριβές. Όταν το έμβολο ισορροπεί το αέριο έχει όγκο  $6\text{L}$ . Η ατμοσφαιρική πίεση είναι  $1\text{atm}$ . Να βρεθεί η πίεση του αερίου και η μετακίνηση του εμβόλου αν το αέριο θερμανθεί από  $27^\circ\text{C}$  σε  $77^\circ\text{C}$ .
- 20.** Αφήνουμε ελεύθερο ένα μετεωρολογικό αερόστατο που έχει όγκο  $V_0 = 12 \text{ m}^3$  από το επίπεδο της θάλασσας όπου η πίεση είναι  $p_0 = 1\text{atm}$  και η θερμοκρασία  $\theta_0 = 27^\circ\text{C}$ . Πόσος γίνεται ο όγκος του όταν φτάνει σε ύψος όπου η πίεση είναι  $p_1 = 0,5\text{atm}$  και η θερμοκρασία  $\theta_1 = -23^\circ\text{C}$ .
- 21.** Δύο σφαίρες με τον ίδιο όγκο  $V_0 = 1 \text{ L}$  συνδέονται με σωλήνα αμελητέου όγκου και περιέχουν υδρογόνο σε θερμοκρασία  $T_0 = 300\text{K}$  και πίεση  $p_0 = 4,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Η μία σφαίρα θερμαίνεται στους  $T_1 = 400\text{K}$  και η άλλη ψύχεται στους  $T_2 = 200\text{K}$ . Να υπολογιστούν :
- Η τελική πίεση του αερίου
  - Η μάζα του αερίου που περνάει από τη μία σφαίρα στην άλλη.
- Δίνονται  $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$  και  $M_{\text{H}_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$

- 22.** Δύο γυάλινα κλειστά δοχεία όγκων  $V_1 = 400\text{cm}^3$  και  $V_2 = 300\text{cm}^3$  συνδέονται μέσω σωλήνα πολύ μικρής διατομής. Η συσκευή περιέχει αέριο σε θερμοκρασία  $\theta_0 = 47^\circ\text{C}$  και πίεση  $p_0 = 1\text{atm}$ . Το μεγαλύτερο δοχείο βυθίζεται μέσα σε λουτρό θερμότητας  $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$  και το μικρότερο σε λουτρό θερμότητας  $\theta_2 = 127^\circ\text{C}$ . Να υπολογιστεί η νέα πίεση.
- 23.** Οριζόντιο κυλινδρικό δοχείο χωρίζεται με έμβολο διατομής  $A$  και βάρους  $w$  σε δύο τμήματα όγκων  $2V_0$  και  $V_0$  αντίστοιχα. Στη θέση ισορροπίας του εμβόλου τα στοιχεία του μεγαλύτερου όγκου είναι  $p_0, 2V_0, T_0$  και στο μικρότερο  $p_0, V_0, T_0$ . Στρέφουμε το δοχείο ώστε να γίνει κατακόρυφο. Σε ποια θερμοκρασία πρέπει να φέρουμε το σύστημα ώστε το έμβολο να ισορροπεί στο μέσο του κυλίνδρου;
- 24.** Δύο σφαιρικά δοχεία όγκων  $V_1$  και  $V_2$  συγκοινωνούν με σωλήνα αμελητέου όγκου και περιέχουν αέριο πυκνότητας  $\rho$  στην ίδια θερμοκρασία. Ποιες θα είναι οι πυκνότητες  $\rho_1$  και  $\rho_2$  στα δύο δοχεία, αν φέρουμε το πρώτο δοχείο σε θερμοκρασία  $T_1$  και το δεύτερο σε θερμοκρασία  $T_2$ . Η θερμική διαστολή των δοχείων να θεωρηθεί αμελητέα.
- 25.** Κατακόρυφος κύλινδρος που περιέχει αέρα κλείνεται αεροστεγώς από έμβολο που μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές κατά μήκος των τοιχωμάτων του κυλίνδρου. Το έμβολο έχει βάρος  $w = 40\text{N}$  και εμβαδό διατομής  $A = 20\text{cm}^2$ .
- α. Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι  $1\text{atm}$ , να υπολογιστεί η πίεση του αέρα μέσα στον κύλινδρο.
- β. Η απόσταση της κάτω βάσης του εμβόλου από τον πυθμένα του δοχείου είναι  $20\text{cm}$ . Πόσο θα κατέβει το έμβολο αν τοποθετήσουμε στην πάνω βάση επιπλέον βάρος  $60\text{N}$ ; Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και ίση με  $47^\circ\text{C}$ .
- γ. Σε ποια θερμοκρασία πρέπει να φέρουμε το αέριο, ώστε το έμβολο να επανέλθει στην αρχική του θέση; Δίνεται  $1\text{atm} = 10^5\text{N/m}^2$ .
- 26.** Κατά μήκος των τοιχωμάτων οριζόντιου κυλίνδρου μήκους  $2\ell + d$  και διατομής  $A$  ολισθαίνει χωρίς τριβές έμβολο πάχους  $d$  και βάρους  $w$ . Όταν ο κύλινδρος είναι οριζόντιος η πίεση και στα δύο διαμερίσματα είναι  $p_0 = 1\text{atm}$  και το έμβολο ισορροπεί στο μέσο. Τοποθετούμε τον κύλινδρο με τον άξονά του κατακόρυφο. Να υπολογιστεί η μετατόπιση του εμβόλου αν η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Δίνεται  $\ell = 1\text{m}$ ,  $A = 4\text{cm}^2$  και  $w = 10\text{N}$ .
- 27.** Δύο γυάλινες σφαίρες  $A$  και  $B$  είναι γεμάτες με αέρα σε θερμοκρασία  $\theta = 0^\circ\text{C}$  και πίεση  $p_0 = 1\text{atm}$ . Οι σφαίρες συγκοινωνούν με οριζόντιο κυλινδρικό σωλήνα, σταθερής διατομής  $A = 9\text{cm}^2$ . Μικρή ποσότητα υδραργύρου (δείκτης) βρίσκεται στο μέσο του οριζόντιου σωλήνα, χωρίζοντας τις αέριες ποσότητες σε όγκους  $V_A = 160\text{cm}^3$  και  $V_B = 300\text{cm}^3$ . Θερμαίνουμε την περιοχή  $B$  στους  $207^\circ\text{C}$  και την περιοχή  $A$  στους  $27^\circ\text{C}$ . Να υπολογιστεί η μετατόπιση του δείκτη μετά την αποκατάσταση ισορροπίας υποθέτοντας ότι δεν βγαίνει από τον οριζόντιο σωλήνα.