

ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ (ΙΣΟΧΩΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ)

A. ΣΤΟΧΟΙ

- Η εξοικείωση με τη χρήση απλών πειραματικών διατάξεων.
- Η πραγματοποίηση και παρατήρηση της ισόχωρης μεταβολής του αέρα, που προσεγγίζει το ιδανικό αέριο, όταν είναι απαλλαγμένος από την υγρασία.
- Η εξοικείωση σε μετρήσεις θερμοκρασίας, όγκου και πίεσης με τα αντίστοιχα όργανα.
- Η εφαρμογή θεωρητικών γνώσεων στις μεταβολές αερίου.
- Η επιβεβαίωση ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο στις συνθήκες του πειράματος.
- Η εξοικείωση στην κατασκευή γραφικών παραστάσεων και η εξαγωγή συμπερασμάτων από αυτές.
- Η κατανόηση και η εκτίμηση των σφαλμάτων που υπεισέρχονται κατά τις μετρήσεις.

B. ΘΕΜΑ

- Αέρας σταθερού όγκου υφίσταται σταδιακή μείωση της θερμοκρασίας του T και μετράμε την αντίστοιχη πίεση p . Ελέγχουμε αν το πηλίκο p / T είναι σταθερό και κάνουμε τη γραφική παράσταση $p - T$, επαληθεύοντας έτσι το νόμο της ισόχωρης μεταβολής.

Γ. ΟΡΓΑΝΑ

- Κυλινδρικός μεταλλικός θάλαμος όγκου ~ 340 mL, κλειστός στο ένα άκρο, στο εσωτερικό του οποίου προσαρμόζεται έμβολο που κινείται μέσω χειρολαβής προώθησης και άγκιστρου επαναφοράς.
- Κυλινδρικό δοχείο από PVC (υδατόλουτρο) μέσα στο οποίο τοποθετείται ο μεταλλικός κυλινδρικός θάλαμος για δημιουργία μεταβαλλόμενων συνθηκών θερμοκρασίας.
- Μεταλλικό μανόμετρο με κλίμακα $0 - 2,5$ bar με υποδιαίρεσεις ανά $0,02$ bar, στο οποίο είναι προσαρμοσμένος εύκαμπτος σωλήνας για τη σύνδεσή του με τον μεταλλικό θάλαμο μέσω κατάλληλης στρόφιγγας τριών εισόδων.
- Ψηφιακό πολύμετρο – θερμομέτρο με αισθητήρα θερμοκρασίας. Για λόγους εξοικονόμησης μπαταρίας κλείνει αυτόματα μετά από λίγα λεπτά λειτουργίας και επανέρχεται σε λειτουργία πατώντας το μπουτόν POWER δύο φορές.
- Βαθμονομημένη κλίμακα μέτρησης του όγκου του αέρα $0 - 360$ mL με υποδιαίρεσεις ανά 2 mL.
- Δύο στρόφιγγες τριών εισόδων κατάλληλα συνδεδεμένες μεταξύ τους.
- Πλαστική σύριγγα των 20 mL με υποδιαίρεσεις ανά 1 mL.



Δ. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Για την πραγματοποίηση και κατανόηση της άσκησης χρειάζονται οι παρακάτω γνώσεις από το σχολικό βιβλίο Κατεύθυνσης της Β' τάξης Γενικού Λυκείου :
 - ✓ Ενότητα 1 – 2 : Οι νόμοι των αερίων (Νόμος του Charles)
 - ✓ Ενότητα 1 – 3 : Καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων
 - ✓ Ενότητα 1 – 4 : Κινητική θεωρία

Ε. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

- Ισόχωρη ονομάζεται η μεταβολή μιας ποσότητας ιδανικού αερίου, στη διάρκεια της οποίας ο όγκος του αερίου διατηρείται σταθερός ($V = \text{σταθ.}$).
- Η πίεση ορισμένης ποσότητας αερίου, του οποίου ο όγκος παραμένει σταθερός, είναι ανάλογη με την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου :

$$p = C_{\text{ισόχ}} \cdot T \quad , \quad V = \text{σταθ.} \quad (1\alpha)$$

$$\frac{p}{T} = C_{\text{ισόχ}} \quad , \quad V = \text{σταθ.} \quad (1\beta)$$

- Το διάγραμμα $p - T$ είναι ισόχωρη ευθεία, που η προέκτασή της διέρχεται από την αρχή των αξόνων.
- Η σταθερή της ισόχωρης μεταβολής εξαρτάται από τον αριθμό n των mol και από τον όγκο V του αερίου.
- Κάθε στιγμή η πίεση του αέρα στο δοχείο είναι :

$$p_{\text{αέρα}} = p_{\text{ατμ}} + p_{\text{μιν}}$$

όπου $p_{\text{ατμ}}$ η ατμοσφαιρική πίεση και $p_{\text{μιν}}$ η ένδειξη του μανόμετρου (υπερπίεση).

- Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι $1 \text{ Atm} = 1,01325 \text{ bar}$. Άρα όταν το μεταλλικό μανόμετρο μετράει την ατμοσφαιρική πίεση και δείχνει 0 bar , πρέπει να διορθώνουμε την ένδειξη θέτοντας $1,01325 \text{ bar}$.
- Μερικές αντιστοιχίες στις μονάδες πίεσης είναι οι παρακάτω :
 1 Atm (φυσική ατμόσφαιρα) = $760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar} = 101325 \text{ Pa}$
 $1 \text{ bar} = 750,0617 \text{ Torr} = 10^5 \text{ Pa}$

ΣΤ. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

- Το μανόμετρο είναι στηριγμένο στο κολάρο στο πάνω μέρος του μεταλλικού κυλινδρικού θαλάμου.
- Συνδέουμε τον εύκαμπτο σωλήνα του μεταλλικού μανόμετρου μέσω του τριπλού διακόπτη στην αντίστοιχη έξοδο στο πάνω μέρος του κυλινδρικού μεταλλικού θαλάμου.
- Προσαρμόζουμε το αισθητήριο της θερμοκρασίας στην ειδική υποδοχή στο εξωτερικό του κυλινδρικού μεταλλικού θαλάμου.
- Τοποθετούμε προσεκτικά τον κυλινδρικό μεταλλικό θάλαμο μέσα στο άδειο υδατόλουτρο προσέχοντας να προσαρμόσουμε τον λεπτό σωλήνα και το καλώδιο του θερμοζεύγους στην αντίστοιχη εγκοπή στο πάνω μέρος του υδατόλουτρου.
- Προσαρμόζουμε την κλίμακα μέτρησης του όγκου στην ειδική υποδοχή του κυλινδρικού μεταλλικού θαλάμου πίσω από το στέλεχος του εμβόλου.
- Προσαρμόζουμε κατάλληλα το φως του καλωδίου του θερμοζεύγους στην αντίστοιχη υποδοχή του πολυμέτρου, που σημειώνεται σαν ($^{\circ}\text{C}$) K TYPE THERMOCOUPLE. Ανοίγουμε το ψηφιακό πολύμετρο και θέτουμε τον επιλογέα στην αντίστοιχη θέση.
- Γυρίζουμε τα ρυθμιστικά των τριόδων στροφίγγων σε τέτοια θέση, ώστε να επιτρέπουν την εισαγωγή αέρα στον κυλινδρικό θάλαμο.
- Πιέζοντας το μοχλό απελευθέρωσης του στελέχους, ανεβάζουμε το έμβολο από το άγκιστρο επαναφοράς, ώστε ο όγκος του αέρα στον μεταλλικό κυλινδρικό θάλαμο να είναι 200 mL .
- Γυρίζουμε το ρυθμιστικό της κάτω στρόφιγγας, ώστε ο χώρος του θαλάμου να επικοινωνεί μόνο με το μανόμετρο.
- Συμπιέζουμε τον αέρα μέσω της χειρολαβής προώθησης μέχρις ότου το μανόμετρο να δείχνει $0,50 \text{ bar}$, δηλαδή πραγματική πίεση $0,50 + 1,01 = 1,51 \text{ bar}$.
- Γεμίζουμε σχεδόν το υδατόλουτρο με νερό θερμοκρασίας $60 - 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Περιμένουμε λίγο μέχρι να σταθεροποιηθεί η ένδειξη της θερμοκρασίας.

Z. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**Λήψη μετρήσεων**

1. Σημειώνουμε την τιμή του όγκου V_1 του αέρα, που διαβάζουμε στην κλίμακα μέτρησης του όγκου, στον ΠΙΝΑΚΑ 1 τον οποίο διατηρούμε σταθερό σε όλη τη διάρκεια της μεταβολής.
2. Σημειώνουμε την ένδειξη θ του ψηφιακού θερμομέτρου στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
3. Σημειώνουμε την πίεση στον ΠΙΝΑΚΑ 1. Προσέχουμε ώστε να χρησιμοποιούμε τη διορθωμένη τιμή $p_{\mu\alpha\nu} + 1,01 \text{ bar}$. [$p_{\mu\alpha\nu} \text{ bar} + 1 \text{ Atm} = p_{\mu\alpha\nu} \text{ bar} + 1,01325 \text{ bar} \approx (p_{\mu\alpha\nu} + 1,01) \text{ bar}$].
4. Αφαιρούμε με τη σύριγγα $\sim 20 \text{ mL}$ ζεστό νερό από την έξοδο στο κάτω μέρος του πλαστικού κυλινδρικού δοχείου και κατόπιν προσθέτουμε με τη σύριγγα $\sim 20 \text{ mL}$ κρύο νερό από την είσοδο στο πάνω μέρος του δοχείου. Αναδεύουμε το νερό.
5. Σημειώνουμε την τιμή της νέας θερμοκρασίας θ στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
6. Διαβάζουμε την αντίστοιχη ένδειξη του μανομέτρου και την διορθώνουμε προσθέτοντας πάντα $1,01 \text{ bar}$. Σημειώνουμε την τιμή της πίεσης στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
7. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 4 – 6 χρησιμοποιώντας νερό ψυγείου ή και παγάκια ώστε να κατέβουμε σε χαμηλές θερμοκρασίες, προσέχοντας πάντα να διατηρούμε σταθερό τον όγκο V_1 του αέρα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ : Μπορούμε να επαναλάβουμε τη διαδικασία 1 – 7 για διαφορετικό όγκο V_2 του αέρα.

Επεξεργασία μετρήσεων

1. Υπολογίζουμε την απόλυτη θερμοκρασία T από τη σχέση $T = \theta + 273$ και καταχωρούμε τις τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
2. Υπολογίζουμε το πηλίκο p / T κάθε ζεύγους τιμών (p, T) και το καταγράφουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ							
$V_1 = \dots\dots\dots \text{ mL}$ $n, V = \text{σταθ.}$				$V_2 = \dots\dots\dots \text{ mL}$ $n, V = \text{σταθ.}$			
θ ($^{\circ}\text{C}$)	p (bar)	T (K)	p/T (bar / K)	θ ($^{\circ}\text{C}$)	p (bar)	T (K)	p/T (bar / K)

3. Συγκρίνουμε τα πηλίκια p / T που αντιστοιχούν σε κάθε όγκο και διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 1 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.

- Κατασκευάζουμε τη γραφική παράσταση $p - T$ για όλες τις τιμές του όγκου (V_1, V_2, \dots) πάνω στο ίδιο γράφημα.
- Διαπιστώνουμε τη μορφή της γραφικής παράστασης $p - T$ και διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 2 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
- Τι εκφράζει η κλίση της γραφικής παράστασης $p - T$; Διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 3 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.
- Από ποια μεγέθη εξαρτάται η σταθερή $C_{ισόχ}$ της ισόχωρης μεταβολής και με ποια σχέση συνδέονται; Διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2 το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 4 διαγράφοντας τις κατάλληλες υπογραμμισμένες λέξεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το πηλίκο p / T για κάθε όγκο είναι / δεν είναι σταθερό και αυτό σημαίνει ότι ισχύει / δεν ισχύει ο νόμος της ισόχωρης μεταβολής.
- Η γραφική παράσταση $p - T$ έχει μορφή ευθείας / υπερβολής και αυτό σημαίνει ότι ισχύει / δεν ισχύει ο νόμος της ισόχωρης μεταβολής.
- Η κλίση της γραφικής παράστασης $p - T$ είναι ανάλογη / αντιστρόφως ανάλογη της ποσότητας n και ανάλογη / αντιστρόφως ανάλογη με τον όγκο V του αερίου.
- Η σταθερή $C_{ισόχ}$ της ισόχωρης μεταβολής δίνεται από τη σχέση (nRV) / (nR/V) / (RV/n).

Η. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Πού μπορεί να οφείλονται οι αποκλίσεις στα πηλικά p / T ;
- Επηρεάζεται η γραφική παράσταση $p - T$ από τον όγκο του αέρα στον θάλαμο;
- Επηρεάζεται η γραφική παράσταση $p - T$ από την ποσότητα του αέρα στον θάλαμο;

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΙΕΣΗΣ

	Atm	bar	cm Hg	Pa	PSI
1 Atm	1	1,01325	76	101325	14,69595
1 bar	0,9869233	1	75,00617	10^{-5}	14,50377
1 cm Hg	0,01315789	0,01333224	1	1333,224	0,1933677
1 Pa	$9,869233 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	0,0007500617	1	0,0001450377
1 PSI	0,06804596	0,06894757	5,171493	6894,757	1