

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ : ΜΕΛΕΤΗ ΝΟΜΩΝ ΙΔΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

1. ΣΤΟΧΟΙ

Κύριος στόχος αυτού του πειράματος είναι να μετρήσετε τις μεταβολές σε χαρακτηριστικά μεγέθη (P, V, T) μιας ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου και μελετώντας την αλληλεξάρτηση αυτών των μεταβολών να επιβεβαιώσετε τους σχετικούς νόμους.

2. ΥΛΙΚΑ – ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

2.1 Υλικά

Τα υλικά που θα χρειαστείτε είναι :

- α) Κυλινδρικός μεταλλικός θάλαμος (όγκου περ. 300 mL) με προσαρμοσμένο κινούμενο έμβολο.
- β) Μεταλλικό μανόμετρο κλίμακας 0-2,5 bar που απολήγει σε πλαστικό σωλήνα.
- γ) Ψηφιακό πολύμετρο/θερμόμετρο με αισθητήρα θερμοκρασίας.
- δ) Βαθμονομημένη κλίμακα ογκομέτρησης (0 – 360 mL) του μεταλλικού θαλάμου που προσαρμόζεται ακριβώς πάνω του και δίνει μετρήσεις με ακρίβεια 2 mL.
- ε) Δύο στρόφιγγες τριών εισόδων.
- ζ) Πλαστική σύριγγα των 20 mL με υποδιαιρέσεις ανά mL.
- η) Κυλινδρικό δοχείο από PVC (υδατόλουτρο) με προσαρμοσμένο γωνιακό σωλήνα/στόμιο.

2.2 Συναρμολόγηση

Συνδέουμε τον πλαστικό σωλήνα του μανόμετρου στην κατάλληλη υποδοχή του μεταλλικού θαλάμου. Προσαρμόζουμε τον αισθητήρα θερμοκρασίας στο θάλαμο εισάγοντας το καλώδιο στο σωληνάκι που είναι κολλημένο στην εξωτερική επιφάνεια του κυλινδρικού θαλάμου. Τοποθετούμε το ημισυναρμολογημένο σύστημα μέσα στο υδατόλουτρο προσέχοντας ώστε το καλώδιο του αισθητήρα θέρμανσης να περάσει μέσα από την αντίστοιχη εγκοπή του κολάρου του υδατόλουτρου. Ύστερα βάζουμε την κλίμακα ογκομέτρησης στην ειδική υποδοχή πίσω από το στέλεχος του εμβόλου. Συνδέουμε το άλλο άκρο του αισθητήρα θέρμανσης στην υποδοχή του πολύμετρου με τέτοιο τρόπο ώστε το πλατύ λαμάκι να βρεθεί προς την πλευρά της οθόνης του πολύμετρου. Το αέριο του οποίου θα μετρήσουμε τα P, V και T είναι απλά ο ατμοσφαιρικός αέρας.



Εικ. 1. Η πειραματική διάταξη

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΜΕΡΟΣ

3.1 Ισόθερμη Μεταβολή

Γυρίζουμε τα ρυθμιστικά των τριόδων στρόφιγγων σε τέτοια θέση ώστε να επιτρέπεται η εισαγωγή αέρα στο θάλαμο. Τα βελάκια πάνω στα ρυθμιστικά μας δείχνουν ποιες είσοδοι επικοινωνούν σε κάθε θέση. Πιέζοντας το μοχλό απελευθέρωσης του στελέχους του θαλάμου σύρουμε τη λαβή του στελέχους προς τα πάνω μέχρις ότου η χαραγή συμπέσει με την ένδειξη 300 mL. Γυρίζουμε το ρυθμιστικό της στρόφιγγας έτσι ώστε ο θάλαμος να επικοινωνεί μόνο με το μανόμετρο (αποκλείουμε την είσοδο/έξοδο του αέρα). Στον Πίνακα 1 καταγράφουμε την ένδειξη του μανομέτρου, ενώ στην κατάλληλη στήλη του Πίνακα σημειώνουμε ότι αυτή έγινε για όγκο 300 mL (αν δεν πετύχουμε ακριβώς τα 300 mL καταγράφουμε την όποια άλλη ένδειξη της κλίμακας ογκομέτρησης). Σφίγγουμε τη χειρολαβή τόσο ώστε το έμβολο να κατέβει στα 280 mL, όπως θα φανεί στην κλίμακα ογκομέτρησης. Καταγράφουμε τη νέα ένδειξη του μανομέτρου (και τον ακριβή όγκο) στον Πίνακα 1. Δίνεται ότι $1\text{bar} \approx 1\text{atm}$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

	V ()	P ()	PV/T ()
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Συνεχίζουμε με βήματα των 20 mL μέχρι τα 100 mL καταγράφοντας κάθε φορά όγκο και πίεση. Στο τέλος προσπαθούμε να πετύχουμε τον όγκο 80 mL, αλλά επειδή, όπως διαπιστώνουμε αυτό είναι σχεδόν αδύνατο (η πίεση είναι τόσο υψηλή που το έμβολο δεν μπορεί να κινηθεί «συμβιβασμόμαστε» με μία μέτρηση στα 90 mL, η οποία είναι πολύ σημαντική για τη γραφική παράσταση που θα κάνουμε, έστω και αν δεν έχει «συμμετρική» θέση.

Για να επαναλάβουμε το πείραμα για διαφορετική θερμοκρασία, αρκεί να βάλουμε στο υδατόλουτρο νερό υψηλής θερμοκρασίας που θερμαίνεται για μας από το θερμοσίφωνα του εργαστηρίου. Προσοχή: Η λήψη του θερμού νερού από την κατάλληλη βρύση πρέπει να γίνει με πλαστική κανάτα και όχι απ' ευθείας με το υδατόλουτρο για να αποφευχθούν τα εγκαύματα. Καλό είναι να περιμένουμε να μεταφέρει ο καθηγητής σας το ζεστό νερό με την κανάτα στον πάγκο σας και να χύσουμε προσεκτικά το νερό με το πλαστικό χωνί που θα μας δώσει μέσα στο υδατόλουτρο.

Επίσης πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα ώστε οι νέες μετρήσεις να γίνουν με την ίδια ποσότητα αέρα (δηλαδή τα ίδια **mol**). Αυτό επιβάλλει να παραμείνουν οι στρόφιγγες καλά κλεισμένες και στην ίδια θέση κατά τη διάρκεια της προσθήκης του θερμού νερού στο υδατόλουτρο. Επειδή, όμως, απότομη άνοδος της θερμοκρασίας υπό υψηλή πίεση καταπονούν το μεταλλικό θάλαμο, πρέπει πριν προσθέσουμε το θερμό νερό να αυξήσουμε ξανά τον όγκο του μεταλλικού θαλάμου (και μειώσουμε την πίεσή του). Αυτό γίνεται αφού πιάσουμε το μοχλό απελευθέρωσης του στελέχους και σύρουμε αργά τη λαβή προς τα πάνω.

Σημαντικό για την καλή λήψη μετρήσεων είναι και να περιμένουμε αρκετά ώστε η θερμοκρασία του μεταλλικού θαλάμου να ομογενοποιηθεί μετά την προσθήκη του θερμού νερού. Αυτό χρειάζεται περίπου 1 min και θα φανεί από τη σταθερότητα στην ένδειξη του ψηφιακού πολύμετρου/θερμόμετρου. Καταγράφουμε τα νέα ζεύγη τιμών όγκου-πίεσης στον Πίνακα 2 και σχεδιάζουμε τις καμπύλες της γραφικής παράστασης στο ίδιο τετραγωνισμένο (millimétré) φύλλο χαρτιού (φύλλο εργασίας 1). Παίρνουμε κατάλληλες τιμές στους άξονες και σημειώνουμε τις μονάδες μέτρησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

	V ()	P ()	PV/T ()
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Μπορούμε να επαναλάβουμε την εργαστηριακή άσκηση και σε άλλες χαμηλότερες θερμοκρασίες αφαιρώντας λίγο από το ζεστό νερό με το σωληνάκι απαγωγής στον πυθμένα του υδατόλουτρου και προσθέτοντας κρύο νερό από τον πάνω γωνιακό σωλήνα με το χωνί.

3.1 Ισόχωρη Μεταβολή

Παίρνουμε τη θερμοκρασία δωματίου με το ψηφιακό πολύμετρο/θερμόμετρο, όταν ο αισθητήρας του είναι απλά ακουμπισμένος στον πάγκο εργασίας. Χωρίς καθόλου νερό στο υδατόλουτρο και αφού η θερμοκρασία του μεταλλικού θαλάμου έχει σταθεροποιηθεί, «βάζουμε» αέρα στο θάλαμο γυρίζοντας κατάλληλα τις στρόφιγγες. Απελευθερώνουμε το μοχλό του στελέχους ώστε η αρχική ένδειξη όγκου να γίνει 200 mL. Κλείνουμε τις στρόφιγγες ώστε ο θάλαμος να επικοινωνεί μόνο με το μανόμετρο. Επενεργούμε στη χειρολαβή του θαλάμου ώστε η πίεση που δείχνει τα μανόμετρο να γίνει 0,5 bar και καταγράφουμε τη νέα τιμή του όγκου. Γεμίζουμε το υδατόλουτρο με ζεστό νερό και περιμένουμε να σταθεροποιηθεί η ένδειξη της θερμοκρασίας. Για να βρούμε την $P_{ολ}$ προσθέτουμε στην ατμοσφαιρική πίεση στην $P_{θαλ}$ και καταγράφουμε το ζεύγος τιμών θερμοκρασίας-πίεσης στον Πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

	T ()	$P_{θαλ}$ ()	$P_{ολ}$ ()	$P_{ολ}V/T$ ()
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Για να χαμηλώσουμε τη θερμοκρασία (διατηρώντας τον όγκο σταθερό) αφαιρούμε λίγο (π.χ. 20 mL) από το ζεστό νερό με το σωληνάκι απαγωγής στον πυθμένα του υδατόλουτρου και

προσθέτουμε κρύο νερό από τον πάνω γωνιακό σωλήνα με το χωνί. Περιμένουμε να σταθεροποιηθεί η ένδειξη της θερμοκρασίας και καταγράφουμε το ζεύγος τιμών θερμοκρασίας-πίεσης στον Πίνακα 3. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία μέχρι η θερμοκρασία του νερού του υδατόλουτρου να γίνει ίση ή περίπου ίση με τη θερμοκρασία δωματίου.

Αν υπάρχει χρόνος μπορούμε να επαναλάβουμε με διαφορετική αρχική ένδειξη όγκου, π.χ. 150 mL ή 250 mL. Θα χρειαστούμε ένα νέο Πίνακα, όμοιο με τον Πίνακα 3, τον οποίο μπορούμε να κατασκευάσουμε εύκολα σε ένα απλό φύλλο χαρτί. Σχεδιάζουμε τις καμπύλες της γραφικής παράστασης στο ίδιο τετραγωνισμένο (millimétré) φύλλο χαρτιού (φύλλο εργασίας 2).

4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1 Γενικά.

Οι γραφικές παραστάσεις των ισόθερων μεταβολών είναι υπερβολές που απομακρύνονται από τους άξονες καθώς αυξάνει η θερμοκρασία.

Οι γραφικές παραστάσεις των ισόχωρων μεταβολών είναι ευθείες ($P/T = nR/V$). Γι' αυτές μπορούμε να υπολογίσουμε την κλίση των δύο γραφικών παραστάσεων. Σε περίπτωση που η γραφική σας παράσταση δεν είναι τέλεια ευθεία, τραβήξτε μία κατά προσέγγιση ευθεία και από αυτήν υπολογίστε την κλίση.

[Αν χρησιμοποιείτε το MS Excel μπορείτε να κάνετε το γράφημα εκεί και με δεξί κλικ να ζητήσετε «προσθήκη γραμμής τάσης». Από εκεί υπολογίζεται αυτόματα και η κλίση. Όμως, για να αποκτήσετε εμπειρία απαραίτητο είναι να κάνετε και εσείς τον υπολογισμό με το χέρι.]

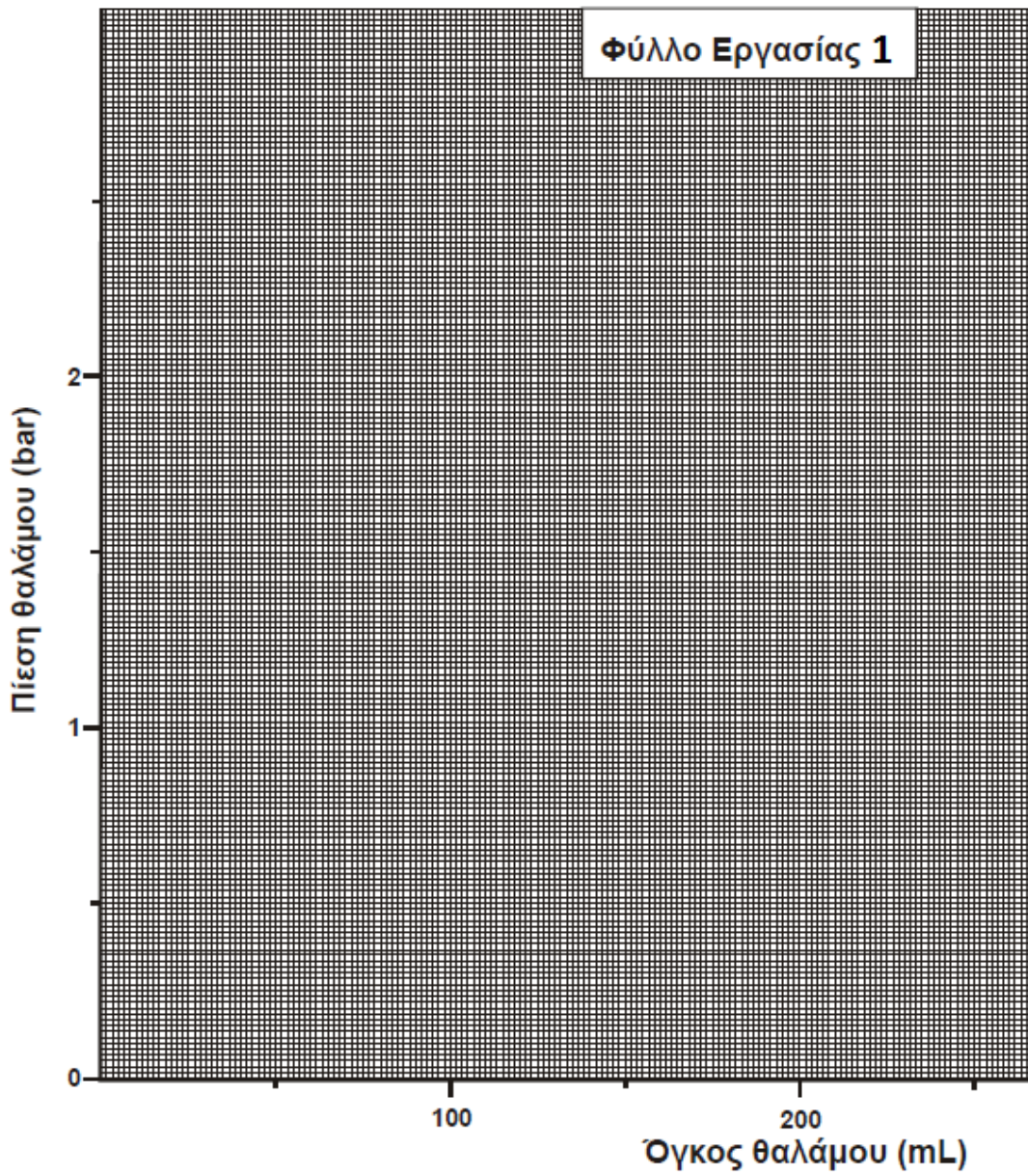
5. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

A. Με τι ισούται η ποσότητα PV/T που εμφανίζεται και στους τρεις πίνακες; Πώς θα μπορούσε να μεταβληθεί αν θέλατε να επαναλάβετε το πείραμα με διαφορετική τιμή για την ποσότητα αυτή;

B. Οι γραφικές παραστάσεις που αναμένετε είναι υπερβολές και ευθείες. Ποιες είναι οι πιθανές αιτίες σφαλμάτων αν οι καμπύλες των μετρήσεών σας δεν μοιάζουν πολύ με υπερβολές και ευθείες; Τι θα μπορούσατε να κάνετε – με τη συγκεκριμένη πειραματική διάταξη για να πάρετε καλύτερες μετρήσεις και γραφήματα;

Γ. Η δεύτερη σειρά μετρήσεων για τις ισόθερες μεταβολές γίνεται κρατώντας τις στρόφιγγες καλά κλεισμένες, αμέσως μετά την πρώτη σειρά. Τι θα συμβεί αν ανάμεσα στις δύο σειρές μετρήσεων ανοίξουμε τις στρόφιγγες;

Δ. Τι θα συμβεί αν αντί για την $P_{ολ}$ χρησιμοποιήσουμε την $P_{θαλ}$ για τις ισόχωρες μεταβολές; Γιατί δεν μας απασχολεί αυτό στις ισόθερες μεταβολές;



Φύλλο Εργασίας 2

