

Σχέση πίεσης – αριθμού γραμμομορίων, με σταθερό τον όγκο και τη θερμοκρασία του αερίου

Τάξη-Τμήμα: _____

Όνομα και Επίθετο _____

Στόχοι

Μετρώ τη μεταβολή της πίεσης (Δp) του αέρα εντός του δοχείου της συσκευής των αερίων, αυξάνοντας (κάθε φορά κατά n_1) τον αριθμό των moles του αέρα στο δοχείο. Διατηρώ τον όγκο (V) και τη θερμοκρασία (T) του αέρα στο δοχείο σταθερά.

Ελέγχω αν τα πειραματικά σημεία βρίσκονται πάνω σε ευθεία, όπως προβλέπεται από την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων. Μετρώ την κλίση της ευθείας αυτής και τη συγκρίνω με τη θεωρητική της τιμή.

Επισημάνσεις

- 1) Κάθε φορά που μετρώ τη μεταβολή της πίεσης του αέρα εντός του δοχείου, εισάγω τον ίδιο αριθμό γραμμομορίων αέρα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της σύριγγας της διάταξης. Κάθε φορά, εισάγω με τη σύριγγα στο δοχείο, τον ίδιο όγκο αέρα (για παράδειγμα $V_\sigma=20\text{mL}$), μετρημένο υπό πίεση (p_{at}) και θερμοκρασία περιβάλλοντος (T).
- 2) Κάθε φορά που εισάγω αέρα με τη σύριγγα, εισέρχονται στο δοχείο n_1 moles αέρα. Με βάση

την καταστατική εξίσωση, έχω:

$$n_1 = \frac{p_{at} \cdot V_\sigma}{R \cdot T} \quad (1)$$

Όστε:

Την 1^η φορά έχω προσθέσει στο δοχείο $\Delta n=n_1$ moles αέρα.

Τη 2^η φορά έχω προσθέσει στο δοχείο $\Delta n=2n_1$ moles αέρα.

Την 3^η φορά έχω προσθέσει στο δοχείο $\Delta n=3n_1$ moles αέρα.

.....

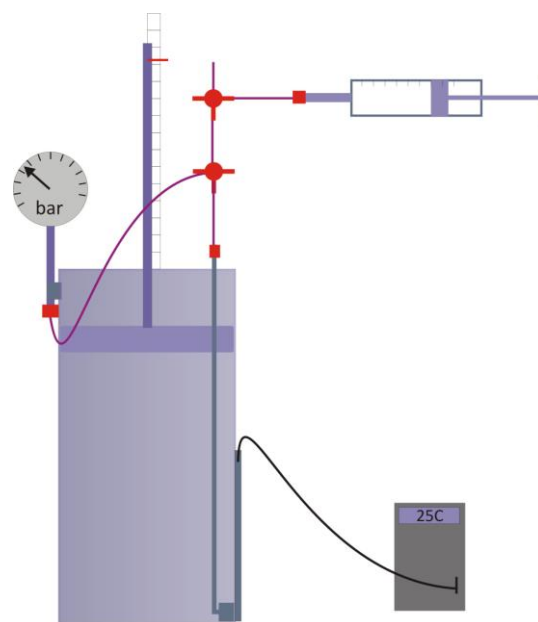
Τη x -οστή φορά έχω προσθέσει στο δοχείο $\Delta n=xn_1$ moles αέρα ($x=1, 2, 3, \dots$).

Πόση είναι η μεταβολή της πίεσης που δείχνει το πιεσόμετρο, όταν έχω προσθέσει στο δοχείο $\Delta n=xn_1$ moles αέρα;

Σύμφωνα με την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων ισχύει:

$$\Delta p = x \cdot n_1 \cdot \frac{R \cdot T}{V} \quad (2)$$

Από τις (1) και (2), προκύπτει η σχέση:



Εικόνα 1: Η πειραματική διάταξη

$$\Delta p = \frac{p_{at} \cdot V_{\sigma}}{V} \cdot x \quad (3)$$

(x=1, 2, 3,...)

3) Από τη σχέση (3) συμπεραίνουμε ότι η μεταβολή της πίεσης στο δοχείο, κάθε φορά που εισάγουμε την ίδια ποσότητα αέρα είναι πολλαπλάσιο της ποσότητας $\frac{p_{at} \cdot V_{\sigma}}{V}$. Τούτο μπορεί να ελεγχθεί πειραματικά, με το σχεδιασμό του πειραματικού γραφήματος Δρ-χ, όπου χ ο αριθμός επανάληψης της πειραματικής διαδικασίας (εισαγωγή ορισμένης ποσότητας αέρα στο δοχείο) και Δρ ή αντίστοιχη μεταβολή της πίεσης, που δείχνει το πιεσόμετρο.

Η κλίση της πειραματικής ευθείας Δρ-χ πρέπει να είναι ίση με την ποσότητα $\frac{p_{at} \cdot V_{\sigma}}{V}$, την οποία μπορούμε να υπολογίσουμε πειραματικά, αφού ο όγκος της σύριγγας (V_{σ}) και του δοχείου (V) καθώς και η ατμοσφαιρική πίεση, μας είναι γνωστά.

Στην άσκηση αυτή ελέγχουμε πειραματικά κατά πόσον ο αέρας ικανοποιεί την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων, στις συνθήκες της πειραματικής διαδικασίας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, αρκεί να ελέγξουμε δύο πράγματα:

- 1) Το πειραματικό γράφημα Δρ-χ είναι μια ευθεία γραμμή;
- 2) Αν ΝΑΙ, η κλίση της ευθείας αυτής είναι (σε ικανοποιητικό βαθμό) ίση με την ποσότητα $\frac{p_{at} \cdot V_{\sigma}}{V}$;

Πειραματική διαδικασία και επεξεργασία των μετρήσεων

Ανοίγω τη βαλβίδα του δοχείου της συσκευής. Τοποθετώ το έμβολο στο άκρο της διαδρομής του, ώστε ο όγκος του αερίου στο εσωτερικό του δοχείου να είναι ο μέγιστος δυνατός.

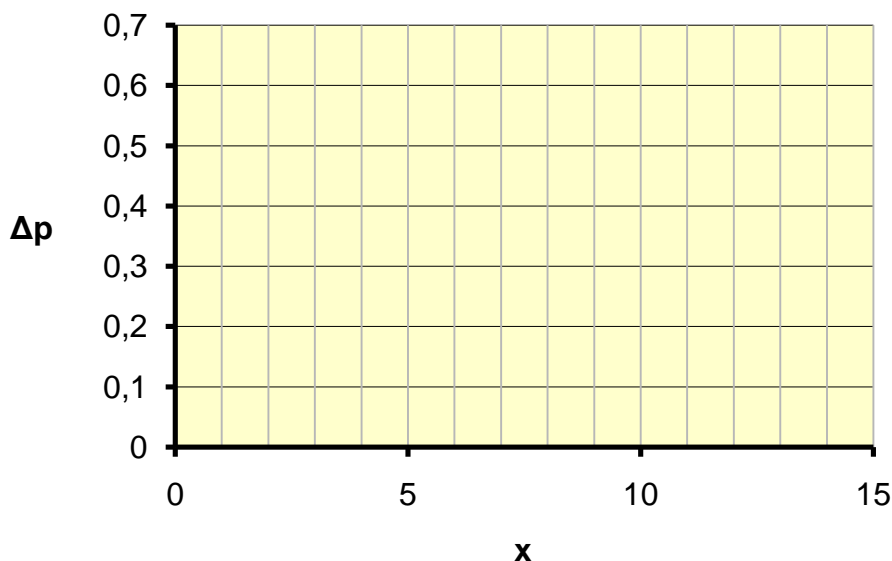
Κάθε φορά που επαναλαμβάνω την πειραματική διαδικασία, εισάγω την ίδια, καθορισμένη ποσότητα αέρα μέσα στο δοχείο, μετρημένη στις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλη ρύθμιση των βαλβίδων της συσκευής, ώστε (κάθε φορά) εισάγω στη σύριγγα τον ίδιο όγκο αέρα (20 mL), μετρημένο στη θερμοκρασία και την πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα του εργαστηρίου. Στη συνέχεια, περιστρέφω τη βαλβίδα, ώστε να απομονώνω τη σύριγγα από τον ατμοσφαιρικό αέρα και διοχετεύω τον αέρα που έχω παγιδεύσει στο θάλαμο της σύριγγας, στο εσωτερικό του δοχείου. Κατά την πειραματική διαδικασία φροντίζω η θέση του εμβόλου του δοχείου να διατηρείται στην αρχική του θέση, ώστε ο όγκος του αέρα μέσα σε αυτό να είναι σταθερός.

Κάθε φορά που εισάγω αέρα στο δοχείο, μετρώ με το πιεσόμετρο τη μεταβολή της πίεσης του αέρα εντός του δοχείου και καταγράφω την τιμή της στον πίνακα μετρήσεων Α.

Με τη βοήθεια του προγράμματος σχεδιάζω την ευθεία που διέρχεται πλησιέστερα από το σύνολο των σημείων (εισαγωγή γραμμής τάσης - ευθεία).

ΠΙΝΑΚΑΣ Α	
x	Δρ bar
0	0
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

$$\Delta p = (P_{at} \cdot V_{\sigma} / V) \cdot x$$



Αξιολόγηση της πειραματικής διαδικασίας

1^{ος} έλεγχος: Βρίσκονται τα πειραματικά σημεία, σε ικανοποιητικό βαθμό πάνω στην ευθεία που σχεδίασα μέσω του προγράμματος (ευθεία γραμμή τάσης); **ΝΑΙ – ΟΧΙ**

Ποιες είναι οι κύριες αιτίες, για τις οποίες τα πειραματικά σημεία δεν βρίσκονται ακριβώς πάνω σε μια ευθεία, όπως προβλέπει η θεωρία; (Διάλεξε μέχρι δύο απαντήσεις)

- A. Η συσκευή των αερίων έχει διαρροές και δεν είναι αρκετά αξιόπιστη.
- B. Το όργανο μέτρησης (πιεσόμετρο) παρουσιάζει σημαντικό σφάλμα στη μέτρηση της πίεσης του αερίου μέσα στο θάλαμο.
- C. Ο αέρας δεν είναι ιδανικό αέριο και επομένως δεν ικανοποιεί στις συνθήκες του πειράματος την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων.
- D. Η παρατηρούμενες αποκλίσεις είναι αποδεκτές, γιατί οφείλονται σε τυχαία σφάλματα, που είναι αναπόφευκτα, κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων.
- E. Η συμφωνία πειράματος – θεωρίας είναι ικανοποιητική. τα πειραματικά σημεία δεν βρίσκονται ακριβώς πάνω σε μια ευθεία, όπως προβλέπει η θεωρία, λόγω τυχαίων σφαλμάτων που μπορούν να αποδοθούν στη λειτουργία των οργάνων μέτρησης.

2^{ος} έλεγχος: Υπολόγισε την κλίση της πειραματικής ευθείας καθώς και την τιμή του λόγου $\frac{P_{at} \cdot V_{\sigma}}{V}$. Είναι αυτές οι δύο τιμές ίσες, σε προσέγγιση πρώτου σημαντικού ψηφίου; Το αποτέλεσμα συμφωνεί σε σημαντικό βαθμό με τις προβλέψεις της καταστατικής εξίσωσης των ιδανικών αερίων; **ΝΑΙ – ΟΧΙ.**

Αν **ΝΑΙ**, ποιο είναι το συμπέρασμα για τη συμπεριφορά του αέρα στις συνθήκες του πειράματος;

Αν **ΟΧΙ**, ποιες είναι οι αιτίες της ασυμφωνίας θεωρίας – πειραματικών δεδομένων;

Ενδεικτικές μετρήσεις

Στην πειραματική διαδικασία που πραγματοποιήσαμε, η τιμή του λόγου $\frac{p_{at} \cdot V_{\sigma}}{V}$ είναι 0,06. Η τιμή αυτή είναι σε πολύ καλή συμφωνία με την κλίση της πειραματικής ευθείας Δp - x (βλέπε γράφημα).

x	Δp bar
0	0
1	0,07
2	0,14
3	0,2
4	0,26
5	0,32
6	0,38
7	0,44
8	0,5
9	0,55
10	0,6
11	0,66

