

## Νόμος του Boyle

### Εισαγωγή

Τα αέρια διακρίνονται από τα υγρά και τα στερεά σώματα, από την ιδιότητά τους να συμπιέζονται σε πολύ μικρούς όγκους. Σύμφωνα με το νόμο του Boyle, ο όγκος ενός αερίου σε δεδομένη θερμοκρασία μεταβάλλεται αντίστροφα προς την εφαρμοζόμενη πίεση:

$$V \propto \frac{1}{P} \quad \text{ή} \quad PV = \text{σταθερό}$$

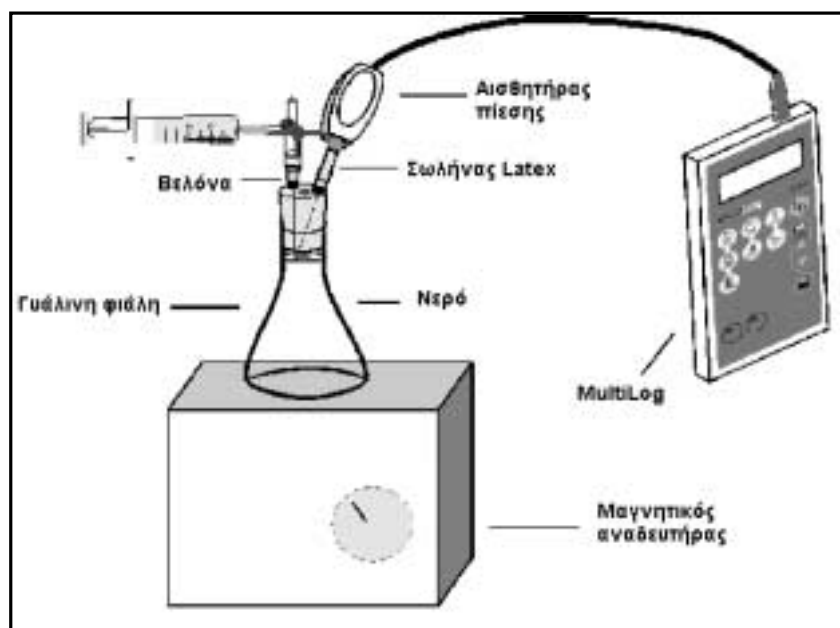
Σε αυτό το πείραμα, εξετάζουμε τη σχέση ανάμεσα στην πίεση και τον όγκο αερίου, καθώς και την επίδραση αυτών στη συμπεριφορά του αερίου. Ως αέριο, χρησιμοποιούμε τον αέρα που περιέχεται σε κλειστή φιάλη.

### Εξοπλισμός

- Γυάλινη κωνική φιάλη 50 ml
- Φελλός ελαστικός (πώμα)
- Πλαστική σύριγγα 50 ml
- 2 βελόνες σύριγγας No 23
- 3 μικροί σωλήνες latex
- Τρίοδη βάνα
- Αισθητήρας πίεσης ( 150 ÷ 1150 mB)
- Μεταλλική βάση με ράβδο στήριξης
- MultiLog

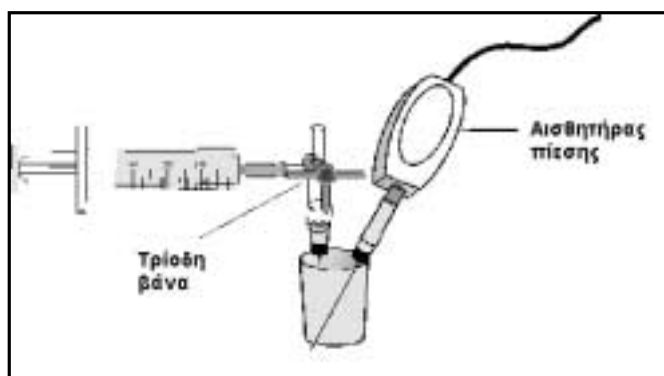
### Σύνδεση Εξοπλισμού

1. Συνδέστε το MultiLog στον υπολογιστή σας και τροφοδοτήστε το μέσω του μετασχηματιστή.
2. Ανοίξτε το MultiLog.
3. Συνδέστε τον αισθητήρα πίεσης στην είσοδο I/O1.
4. Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη της εικόνας 1:



Εικόνα 1

Περάστε τις δύο βελόνες μέσα από το φελλό, ώστε η μία τους άκρη να προβάλλει από την άλλη πλευρά του φελλού (εικόνα 2):



Εικόνα 2

Στην άκρη της μίας βελόνας, που βρίσκεται από το πάνω μέρος του φελλού, συνδέστε, με ένα μικρό σωλήνα latex, την τρίοδη βάνα (όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στις μεταγγίσεις). Στην άλλη έξοδο της βάνας συνδέστε τη σύριγγα, μέσω σωλήνα latex.

Ο αισθητήρας πίεσης συνδέεται πάλι με σωλήνα latex στη δεύτερη βελόνα. Περιστρέψτε τη βάνα, έως ότου το άνοιγμά της να γίνει κατακόρυφο. Σε αυτή τη θέση ο αέρας στη φιάλη επικοινωνεί με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Εάν περιστρέψετε τη βάνα έως ότου το άνοιγμα της γίνει οριζόντιο, ο αέρας της φιάλης επικοινωνεί με τη σύριγγα.

5. Ρυθμίστε το MultiLog όπως περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο. Μπορείτε να το ρυθμίσετε είτε χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιό του, είτε επιλέγοντας τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel) από το μενού **Καταγραφείας** (Logger).

## Ρύθμιση MultiLog

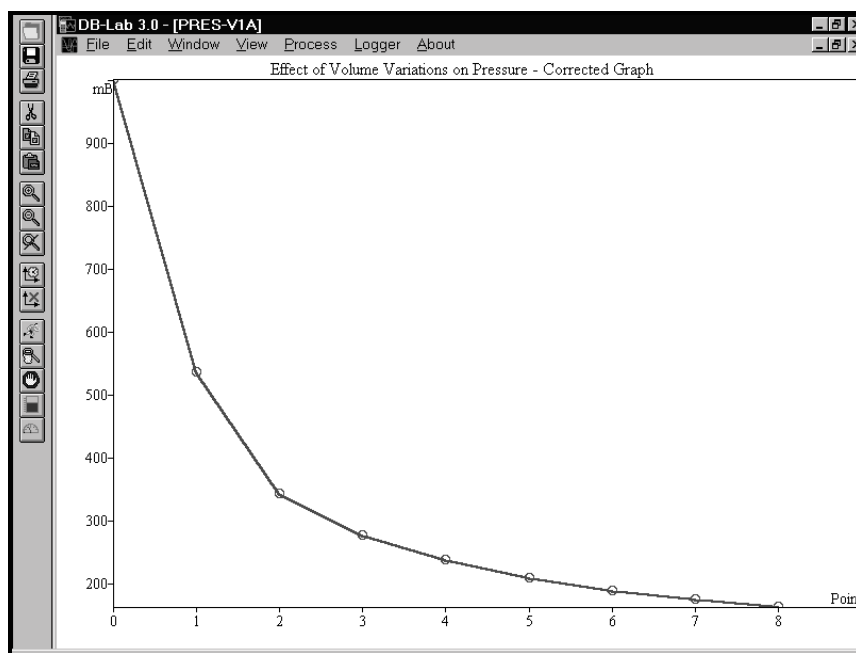
- Είσοδος 1 (Input 1) : Αισθητήρας πίεσης (pressure)
- Ρυθμός (Rate) : Χειροκίνητο (Manual)
- Σημεία (Samples) : 50

## Πειραματική Διαδικασία

1. Γεμίστε τη φιάλη με νερό, αφήνοντας λίγο αέρα ώστε να μην μπαίνει νερό στις βελόνες.
2. Κλείστε καλά τη φιάλη με το πώμα, ώστε να μην μπορεί να μπει αέρας από το περιβάλλον.
3. Εκκινήστε τη μέτρηση, πιέζοντας το πλήκτρο **RUN** στο πληκτρολόγιο του MultiLog. Θα γίνει χειροκίνητη λήψη μετρήσεων.
4. Παρακολουθήστε την πίεση στη φιάλη. Κάθε φορά που θέλετε να λάβετε μέτρηση, πιέστε το πλήκτρο **SAMPLES**.
5. Περιστρέψτε τη βάνα μέχρις ότου έχετε ατμοσφαιρική πίεση μέσα στη φιάλη (περίπου 0 mBar) και μετά περιστρέψτε την ώστε να επικοινωνεί με τη σύριγγα.
6. Τραβήξτε το έμβολο της σύριγγας έως τα 5ml. Πιέστε το πλήκτρο **SAMPLES** στο MultiLog για να ληφθεί η νέα τιμή πίεσης μετά την αύξηση του όγκου του αέρα του συστήματος (ο όγκος της σύριγγας προστίθεται στον όγκο του αέρα στη φιάλη).
7. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία τουλάχιστον 9 φορές με βήματα των 5ml.
8. Παρακολουθείτε ταυτόχρονα τις μεταβολές της πίεσης στην οθόνη του υπολογιστή.

## Ανάλυση Δεδομένων

1. Οι τιμές του αισθητήρα πίεσης πρέπει να κυμαίνονται από -900 έως 200mBar. Για να πετύχετε κατάλληλες σχέσεις ανάμεσα σε πίεση και όγκο χρειάζεστε θετικές τιμές. Οι τιμές μπορούν να διορθωθούν προσθέτοντας μία σταθερή τιμή. Διορθώστε τις τιμές ως εξής:
  - Επιλέξτε από το μενού **Ανάλυση (Process) / Περισσότερα... (More) / Γραμμική (Linear)**. Το παράθυρο διαλόγου **Επεξεργασία (Processing)** θα ανοίξει.
  - Εισάγετε την τιμή 1000 στο **C2**. Βεβαιωθείτε ότι η πίεση εμφανίζεται στο **Επιλέξατε G1 (Select G1)**.
2. Η γραφική παράσταση του πειράματος έχει τη μορφή της παρακάτω εικόνας:



- Υπολογίστε το ρυθμό μεταβολής της πίεσης. Εφ' όσον ο όγκος είναι αντιστρόφως ανάλογος της πίεσης, για να έχετε ευθεία γραμμή, πρέπει να χρησιμοποιήσετε μία καμπύλη της μορφής  $1/x$ . Από το μενού **Ανάλυση** (Process) επιλέξτε **Συνάρτηση 1/X** (Function 1/x). Εμφανίζεται ευθεία γραμμή. Εφαρμόστε σ' αυτή τη γραμμή τη συνάρτηση **Γραμμική Παλινδρόμηση** (Linear Regression) από το μενού **Ανάλυση** (Process). Η γραφική παράσταση και η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης θα εμφανισθούν στο παράθυρο.
- Η κλίση της γραμμής αντιπροσωπεύει το ρυθμό μεταβολής της πίεσης που μετρήθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος.

## Ερωτήσεις

- Με ποιό τρόπο μεταβλήθηκε ο όγκος του αέρα στο πείραμα;
- Ο όγκος του αέρα μεταβλήθηκε σταδιακά (με βήματα των 5 ml) και η λήψη μετρήσεων έγινε χειροκίνητα. Πώς εξηγείτε κάθε τιμή που καταγράψατε;
- Πώς μεταβλήθηκε η πίεση σε σχέση με τις μεταβολές του όγκου του αέρα στο σύστημα; Εξηγήστε τα συμπεράσματά σας σε σχέση με τις μετρήσεις που πήρατε κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.
- Οι μεταβολές του όγκου έγιναν προσθέτοντας σταδιακά μία σταθερή ποσότητα (5ml) σε κάθε βήμα. Η μορφή της γραφικής παράστασης δείχνει μία καμπύλη τύπου  $1/x$ . Πώς εξηγείται αυτό;

## Επιπλέον Εισηγήσεις

Αρχίστε το πείραμα χρησιμοποιώντας σύριγγα, π.χ. 10ml, με το έμβολο τελείως τραβηγμένο προς τα έξω. Συμπιέστε, σταδιακά, το έμβολο και παρακολουθείστε τη μεταβολή της πίεσης.