

ΤΙΤΛΟΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ: Ο Νόμος του Boyle με Vernier

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Τάξη στην οποία απευθύνεται: Β Τάξη /Θετικός Προσανατολισμός

Διάρκεια: 1 διδακτική ώρα

Χώρος υλοποίησης: Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών

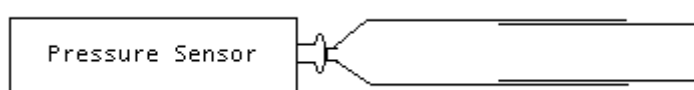
Ενότητα: Θερμοδυναμική – Νόμοι ιδανικών αερίων

Software: Logger Pro 3.8.2

Hardware: Lab Pro Vernier, Pressure Sensor

Εισαγωγή

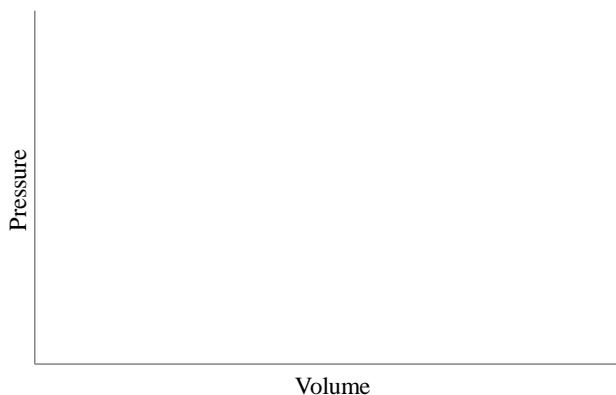
Με το πείραμα που περιγράφεται σε αυτό το σενάριο θα διερευνήσουμε τη σχέση μεταξύ της πίεσης και του όγκου ενός αερίου. Το αέριο θα είναι ο αέρας και θα περιοριστεί σε μία σύριγγα, η οποία θα συνδέεται με ένα αισθητήρα πίεσης. (Βλέπε Σχήμα 1). Όταν ο όγκος της σύριγγας αλλάζει με την κίνηση του εμβόλου, ο αισθητήρας πίεσης παρακολουθεί την αλλαγή στην πίεση. Ο υπολογιστής θα καταγράψει τα δεδομένα τόσο αριθμητικά όσο και γραφικά. Από αυτά τα δεδομένα, μπορεί να καθοριστεί η μαθηματική σχέση μεταξύ της πίεσης και του όγκου του αερίου. Η σχέση αυτή θεσπίστηκε από τον Robert Boyle το 1662 και έκτοτε έχει γίνει γνωστή σαν νόμος του Boyle.



Σχήμα 1: Η διάταξη για το νομο του Boyle

Προκαταρκτική ερώτηση

Πως εκτιμάτε ότι θα είναι το γράφημα της πίεσης έναντι του όγκου;
Σχεδιάστε ποιοτικά το γράφημα στο διπλανό σύστημα αξόνων:

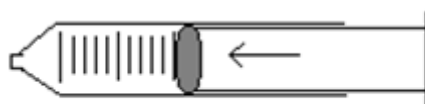


Εξαρτήματα/Υλικά

- Πλαστική σύριγγα των 20mL
- laptop
- LabPro® interface
- LoggerPro® software
- Vernier pressure sensor/Αισθητήρας πίεσης αερίων

Η διαδικασία

1. Συνδέστε τον αισθητήρα πίεσης στην COM 1 του interface LabPro που είναι συνδεδεμένος με έναν υπολογιστή.
2. Κάντε διπλό κλικ στο εικονίδιο LoggerPro 3.8.2 στην επιφάνεια εργασίας. Θα εμφανιστεί το περιβάλλον του Logger Pro. Πηγαίνετε στο μενού **Αρχείο** και επιλέξτε **Open**. Βρείτε το φάκελο **Chemistry with Vernier** και επιλέξτε **Πείραμα 6**. Ο κατακόρυφος άξονας θα πρέπει να έχει πίεση που να κλιμακώνεται από 0 έως 250 kPa, ενώ ο οριζόντιος άξονας πρέπει να έχει όγκο με κλίμακα από 0 έως 20 mL.
3. Μετακινήστε το έμβολο της σύριγγας ώστε το κάτω μέρος του εμβόλου (η τρίτη εγκάρσια γραμμή του εμβόλου) να βρίσκεται στη γραμμή 10.0 mL όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2: Όγκος αερίου 10 mL.

4. Προσαρμόστε το άνοιγμα της σύριγγας στην είσοδο/στόμιο του αισθητήρα πίεσης (Σχήμα 3)



Σχήμα 3: Προσαρμογή της σύριγγας στον αισθητήρα πίεσης.

ΠΟΛΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ !!!

Εκτός από τον όγκο του αέρα που βρίσκεται μέσα στη σύριγγα (αχικά 10ml) υπάρχει κι ένας μικρός όγκος **0.8ml** που περιέχει ο αισθητήρας και ο οποίος πρέπει κάθε φορά να προστίθεται στον όγκο της σύριγγας.

5. Πατήστε **Collect** για να αρχίσει η συλλογή των δεδομένων. Όταν σταθεροποιηθεί η τιμή της πίεσης που αντιστοιχεί σε όγκο σύριγγας 10ml πατήστε το κουμπί **KEEP**. Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί θα δείτε ένα πλαίσιο επεξεργασίας στο οποίο θα συμπληρώσετε το συνολικό όγκο που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη πίεση δηλαδή **10.8ml**.

Θα βόλευε ένας μαθητής να χειρίζεται τον υπολογιστή κι ένας άλλος τη σύριγγα.


6. Μετακινήστε τώρα το έμβολο της σύριγγας έτσι ώστε το κάτω μέρος του να είναι στα 4mL. Κρατήστε το σταθερά μέχρι να σταθεροποιηθεί η πίεση.

Μόλις η ένδειξη της πίεσης έχει σταθεροποιηθεί κάντε κλικ στο **KEEP** και πληκτρολογήστε **4.8** στο πλαίσιο επεξεργασίας. Πατήστε Enter για να κρατηθεί το ζεύγος δεδομένων. Σημείωση: Μπορείτε να επαναλάβετε ένα σημείο πατώντας ESC αφού έχετε πατήσει το κουμπί **KEEP**. Μην κάνετε κλικ στο STOP μέχρι να ολοκληρωθούν όλα τα ζεύγη πειραματικών δεδομένων.

7. Επαναλάβετε το προηγούμενο βήμα για όγκους: **6.0, 8.0, 10.0, 12.0, 14.0, 16.0, 18.0** και **20.0 mL**.

Όταν ολοκληρώσετε τη συλλογή δεδομένων, κάντε κλικ στο κουμπί **ΔΙΑΚΟΠΗ**. Καταγράψτε τις μετρήσεις όγκου και πίεσης στον πίνακα δεδομένων σας.

8. Εξετάστε το γράφημα και εκτιμήστε εάν η σχέση πίεσης – όγκου είναι άμεση (αναλογίας ή γραμμική) ή αντίστροφη. Για να δείτε αν η εκτίμησή σας είναι σωστή, κάντε

κλικ στο κουμπί **Προσαρμογή της καμπύλης** , το οποίο είναι το δεύτερο κουμπί από τα δεξιά. Επιλέξτε **Μεταβλητής Δύναμης** (Ax^n) από τη λίστα **General Equation** στην κάτω αριστερή γωνία. Εισάγετε την τιμή του n στο πλαίσιο που αντιπροσωπεύει τη σχέση που φαίνεται στο γράφημα. (Τύπος 1 για μια άμεση σχέση ή -1 για μια αντίστροφη σχέση.) Κάντε κλικ στην επιλογή **Try Fit**. Θα εμφανιστεί η καμπύλη προσαρμογής. Αυτή θα πρέπει να ταιριάζει καλά με τα σημεία στο γράφημα. Αν δεν το κάνει, δοκιμάστε τον άλλο εκθέτη και κάντε κλικ στο **Try Fit** πάλι. Όταν η καμπύλη ταιριάζει καλά με τα σημεία, κάντε κλικ στο OK (Εικόνα 1).

Πίνακας δεδομένων

Volume (mL)	Pressure (kPa)	Constant, k (P/V or P*V)

Τιμή k από best fit: _____

Μέσος όρος k : _____

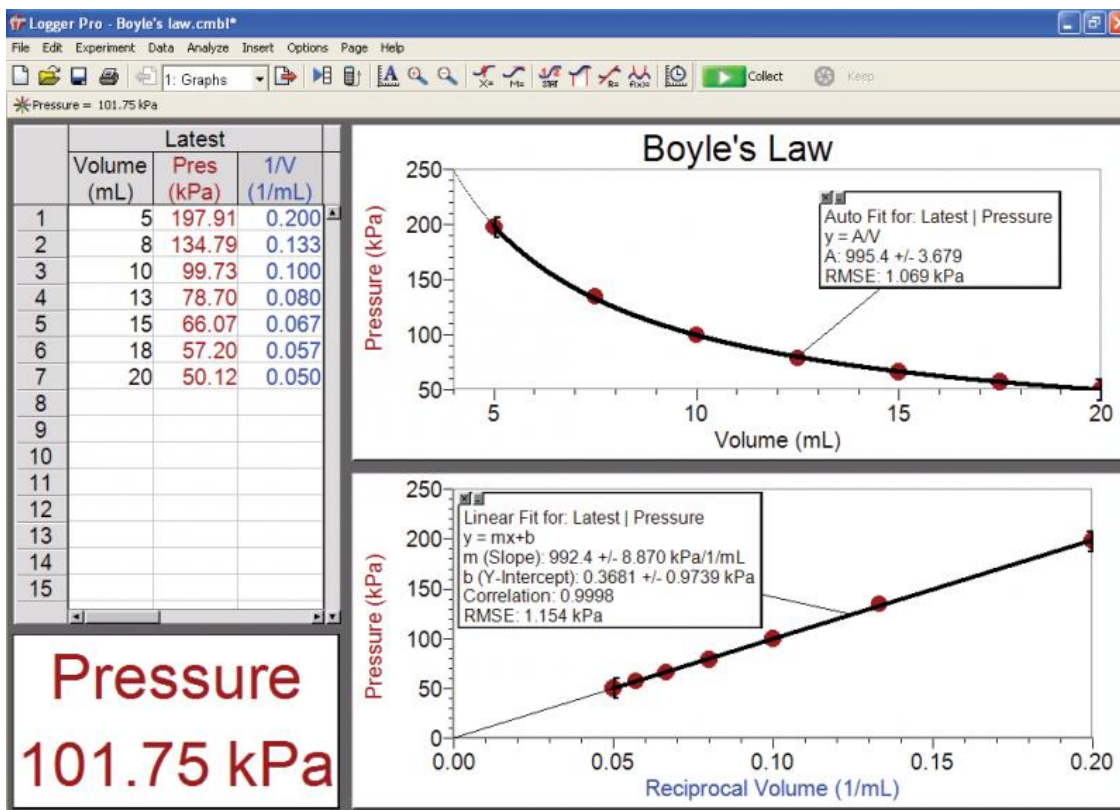
Υπολογισμοί

Ένας τρόπος για να καθοριστεί εάν μια σχέση είναι αντίστροφη ή άμεση είναι να βρεθεί μια σταθερά αναλογίας, k , από τα δεδομένα. Αν η σχέση είναι άμεση τότε $k = P / V$ ή αν είναι αντίστροφη $k = P * V$. Επιλέξτε ένα από τους τύπους, και υπολογίζει τη σταθερά k για όλα τα ζεύγη δεδομένων. Τοποθετήστε τις απαντήσεις σας στην τρίτη στήλη του πίνακα δεδομένων.

Επέκταση

1. Για να επιβεβαιώσετε το είδος της σχέσης που υπάρχει μεταξύ της πίεσης και του όγκου φτιάξτε τη γραφική παράσταση της πίεσης έναντι του αντιστρόφου του όγκου ($1 / \text{όγκο}$ ή όγκος^{-1}). Θα πρέπει να δημιουργηθεί μία νέα στήλη δεδομένων -το αντίστροφο του όγκου- με βάση τα αρχικά δεδομένα. Μεταβείτε στο **Μενού Δεδομένα**, επιλέξτε **Νέα στήλη υπολογισμού**. Πληκτρολογήστε **$1 / \text{Volume}$** ως το κυρίως όνομα, **$1 / V$** η σύντομη ονομασία, και **$1 / \text{mL}$** ως μονάδα. Στην εξίσωση επεξεργασίας πληκτρολογήστε $1 / \dots$ στη συνέχεια κάντε κλικ στο drop-down μενού από το (Στήλη) κατάλογος **Μεταβλητές** και επιλέξτε **Volume**. Στο πλαίσιο επεξεργασίας εξίσωσης, θα πρέπει να εμφανίζονται $1 / \text{"Volume"}$. Κάντε κλικ στο κουμπί **Τέλος**. Κάντε κλικ στην ετικέτα x-άξονα και επιλέξτε $1 / \text{Volume}$.

2. Εκτιμήστε αν η νέα σχέση είναι άμεση ή αντίστροφη, και αλλάξτε τον τύπο στο μενού **Fit** αναλόγως. Κάντε κλικ στο κουμπί **Curve Fit**, το οποίο είναι το δεύτερο κουμπί από τα δεξιά. Επιλέξτε **Μεταβλητής Δύναμης** ($y = Ax^n$) από τη γενική λίστα των γενικών εξισώσεων στην κάτω αριστερή γωνία. Εισάγετε την τιμή του n στο πλαίσιο επεξεργασίας που αντιπροσωπεύει τη σχέση που φαίνεται στο γράφημα (Τύπος 1 για μια άμεση σχέση ή -1 για μια αντίστροφη σχέση.) Κάντε κλικ στην επιλογή **Try Fit**. Θα εμφανιστεί η καλύτερη καμπύλη προσαρμογής η οποία θα πρέπει να ταιριάζει καλά με τα σημεία στο γράφημα. Αν δεν το κάνει, δοκιμάστε τον άλλο εκθέτη και κάντε κλικ στο **Try Fit**. Όταν η καμπύλη ταιριάζει καλά με τα σημεία, κάντε κλικ στο **OK**. Αν η σχέση μεταξύ P και V είναι μια αντίστροφη σχέση, η πλοκή του P vs. $1 / V$ θα πρέπει να είναι γραμμική/σχέση αναλογίας η καλύτερη προσαρμογή της καμπύλης θα πρέπει να είναι γραμμική και να περάσει μέσα ή κοντά στα σημεία δεδομένων. Εξετάστε το γράφημα για να δείτε αν αυτό συμφωνεί με τα δεδομένα (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Τα γραφήματα P-V & P-1/V

Ερωτήσεις

1. Σύμφωνα με τα δεδομένα σας, τι συμβαίνει με την πίεση, αν ο όγκος διπλασιάζεται από 6.0 σε 12.0 mL;
2. Σύμφωνα με τα δεδομένα σας, τι συμβαίνει με την πίεση, αν ο όγκος μειωθεί κατά το ήμισυ από 20.0 σε 10.0 mL;
3. Σύμφωνα με τα δεδομένα σας, τι συμβαίνει με την πίεση, αν ο όγκος τριπλασιαστεί από 6.0 σε 18.0 mL;

4. Από τις απαντήσεις σας στις ερωτήσεις 1-3 και το σχήμα της καμπύλης, νομίζετε ότι η σχέση μεταξύ της πίεσης και του όγκου ενός αερίου είναι άμεση(ανάλογα ή γραμμική σχέση) ή αντίστροφη; Διακαιολογήστε την απάντησή σας.
5. Με βάση τα δεδομένα σας, τι θα περιμένατε για τη πίεση εάν ο όγκος της σύριγγας αυξανόταν σε 40.0 mL; Διακαιολογήστε την απάντησή σας.
6. Με βάση τα δεδομένα σας, τι θα περιμένατε η πίεση να κάνει εάν ο όγκος της σύριγγας μειωνόταν σε 2 mL; Δικαιολογήστε την απάντησή σας και υπολογίστε τη πίεση.
7. Ποια πειραματική παράμετρος υποτίθεται ότι είναι σταθερή σε αυτό το πείραμα;

Αναφορά

Holmquist, D. and Volz D., *Chemistry with Computers*, Vernier Software & Technology, Beaverton, Oregon, 2000.

