

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

Καλογερόπουλος Νίκος
Χημικός, Επιμορφωτής Ενδοσχολικής
Επιμόρφωσης
nkaloger@sch.gr

Γάτσιος Γιάννης
Φυσικός, Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Ν. Σμύρνης,
mail@ekfe-n-smyrn.att.sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Περιγράφεται μια σειρά από απλά και γρήγορα πειράματα εξαγωγής των νόμων των αερίων, με χρήση εξοπλισμού που υπάρχει στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών. Ο μόνος επί πλέον εξοπλισμός που απαιτείται είναι 2 πλαστικές σύριγγες (των 10 και των 100mL) και μία τρίοδη βάνα (που χρησιμοποιείται σε μεταγίσεις). Οι μετρήσεις έγιναν με ατμοσφαιρικό αέρα και τα αποτελέσματα ήταν πολύ ικανοποιητικά.

Δεδομένης της ταχύτητας λήψης των μετρήσεων και της διδακτικής αξίας που έχει η πειραματική διερεύνηση των σχέσεων ανάμεσα σε διάφορα φυσικά μεγέθη (στήσιμο διάταξης, λύση τεχνικών προβλημάτων, λήψη μετρήσεων, γραφικές απεικονίσεις), θεωρείται ρεαλιστική η ένταξη της πειραματικής μελέτης των νόμων των αερίων στη διδασκαλία της Φυσικής και Χημείας Λυκείου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Νόμοι Αερίων, Microcomputer Based Laboratories, Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, Αισθητήρες.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι νόμοι των αερίων και η καταστατική εξίσωση που προκύπτει από αυτούς είναι θεμελιώδεις στη διδασκαλία Χημείας και Φυσικής. Η πειραματική επιβεβαίωση των νόμων είναι εξαιρετικά δύσκολο να πραγματοποιηθεί με συμβατικά μέσα σε σχολικά εργαστήρια. Οι διατάξεις MBL (Microcomputer Based Laboratory) που παρέχουν δυνατότητα ταχείας λήψης και αποθήκευσης καταγραφών-μετρήσεων από πολλούς αισθητήρες ταυτόχρονα καθιστούν εφικτή την εργαστηριακή διδασκαλία των νόμων των αερίων και της καταστατικής εξίσωσης, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Για τις μετρήσεις και τη διαχείριση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης, η διάταξη λήψης μετρήσεων MultiLog και το λογισμικό DBLab (εγκατεστημένο στον υπολογιστή του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών). Επί πλέον χρησιμοποιήθηκαν 2 πλαστικές σύριγγες (μια μικρή των 10mL και μια μεγαλύτερη των 60 ή 100mL) μια τρίοδη βάνα μεταγίσεων, ένα ποτήρι ζέσης 500mL και θερμαντική πλάκα. Με εξαίρεση την τρίοδη βάνα και τις σύριγγες (που βρίσκονται στα φαρμακεία), όλα τα υπόλοιπα υπάρχουν στα Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών των Λυκείων. Για τη λήψη των μετρήσεων ρυθμίστηκε η συσκευή καταγραφής μετρήσεων σε λήψη Manual (καταγραφή των τιμών θερμοκρασίας και πίεσης κάθε φορά που πρίζεται το πλήκτρο "Samples"). Οι τιμές

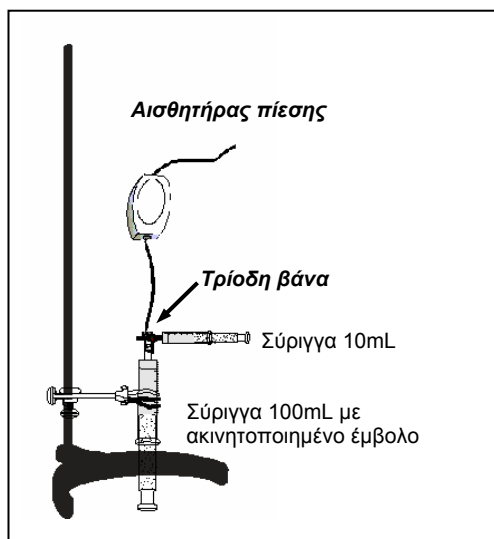
που καταγράφουν οι αισθητήρες απεικονίζονται στην οθόνη του υπολογιστή, ενώ οι τιμές του όγκου του αέρα στο εσωτερικό της σύριγγας σημειώνονται από τις υποδιαιρέσεις της σύριγγας.

Στο τέλος κάθε πειράματος οι τιμές που κατέγραψαν οι αισθητήρες, αποθηκεύονται και μπορούν να εξαχθούν στο Excel για περαιτέρω επεξεργασία και δημιουργία γραφημάτων. Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται συνοπτικά τα πειράματα και δίνονται αποτελέσματα από πραγματικές μετρήσεις στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του ΕΚΦΕ Ν. Σμύρνης. Σημειώνεται ότι κάθε πείραμα δεν διαρκούσε περισσότερο από 10 λεπτά.

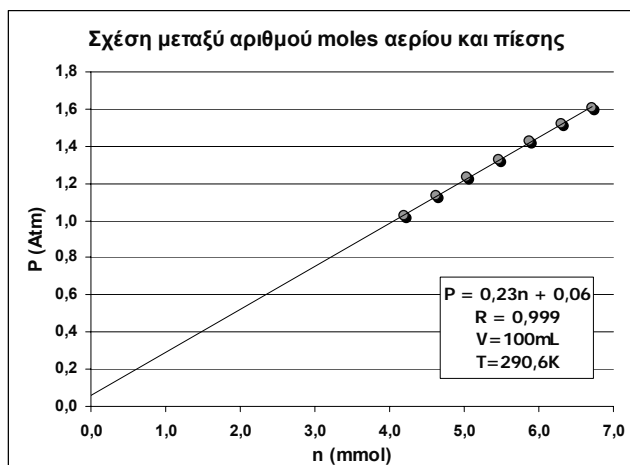
ΠΕΙΡΑΜΑ 1: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ N-P (V,T ΣΤΑΘΕΡΑ)

Στο Σχήμα 1 δίνεται η διάταξη για τη μελέτη της σχέσης αριθμού moles αερίου και πίεσης που χρησιμοποιήθηκε. Με τη βοήθεια της τρίοδης βάνας προστίθενται ποσότητες 10mL αέρα στη μεγάλη σύριγγα η οποία έχει ακινητοποιημένο έμβολο ($V=100\text{mL}=\text{σταθερός}$) και καταγράφεται η πίεση μετά κάθε προσθήκη. Το έμβολο ακινητοποιείται με τη βοήθεια ανοιγμένου συνδετήρα ή καρφιού που αφού θερμανθεί, διαπερνά το πλαστικό σώμα της σύριγγας (Σχήμα 5). Η θερμοκρασία μένει σταθερή. Μετατρέποντας τον αρχικό και τους προστιθέμενους όγκους αέρα σε αριθμό moles σε ΚΣ, μπορεί να γίνει γραφική παράσταση των n,P με χαρτί-μολύβι ή με τη χρήση του Excel και να εξαχθούν συμπεράσματα για το είδος της σχέσης μεταξύ των μεγεθών.

Στο Σχήμα 2 δίνεται το γράφημα που προέκυψε από πραγματικές μετρήσεις με χρήση του Excel και η προέκτασή του μέχρι το σημείο (0,0).



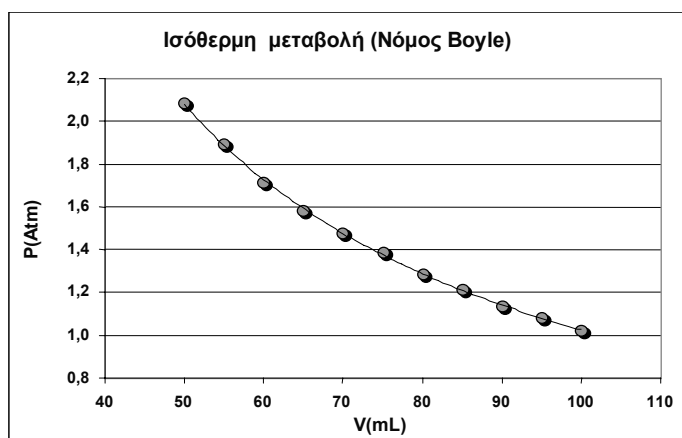
Σχήμα 1: Διάταξη για τη μελέτη της σχέσης n-P.



Σχήμα 2 : Γράφημα πειραματικών δεδομένων n-P.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ P-V (N,T ΣΤΑΘΕΡΑ)

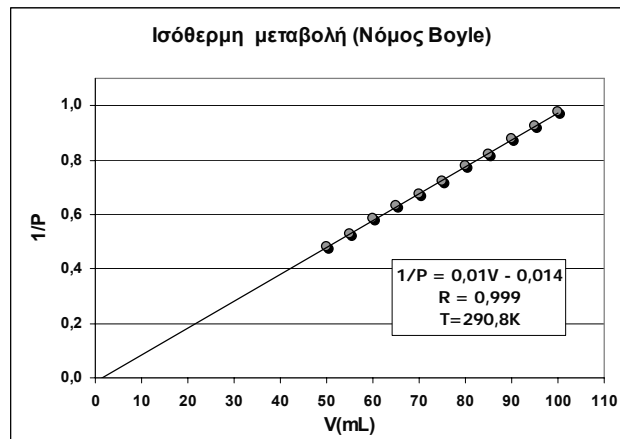
Για τη μελέτη της σχέσης ανάμεσα στα P-V συνδέθηκε η σύριγγα με τον αισθητήρα πίεσης και έγινε καταγραφή των πιέσεων για διάφορες τιμές όγκου. Στο Σχήμα 3 δίνεται το γράφημα μεταξύ των P-V, στο οποίο είναι εμφανές ότι τα μεγέθη είναι αντιστρόφως ανάλογα. Αυτό αποδεικνύεται από τη γραμμικότητα του γραφήματος ανάμεσα στα μεγέθη 1/P-V (Σχήμα 4).



Σχήμα 3. Γράφημα πειραματικών δεδομένων P-V

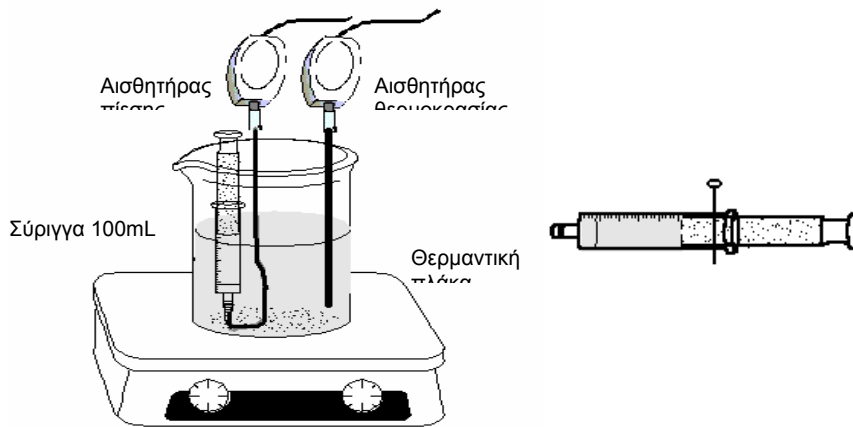
ΠΕΙΡΑΜΑ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ P-T (N,V ΣΤΑΘΕΡΑ)

Χρησιμοποιήθηκε σύριγγα με ακινητοποιημένο έμβολο (V=σταθερό) συνδεδεμένη με αισθητήρα πίεσης, μέσα σε υδατόλουτρο η θερμοκρασία του οποίου καταγραφόταν με αισθητήρα θερμοκρασίας (Σχήμα 5).



Σχήμα 4. Γράφημα πειραματικών δεδομένων $1/P-V$

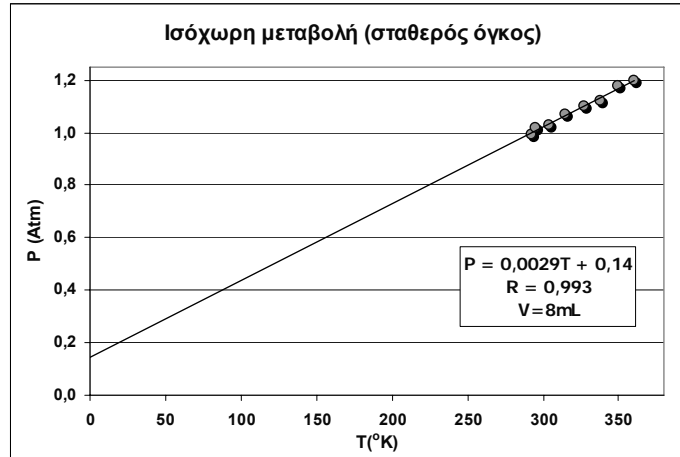
Έγινε καταγραφή των πιέσεων για διάφορες τιμές θερμοκρασίας. Στο Σχήμα 6 δίνεται το γράφημα των πειραματικών μετρήσεων $P-T$.



Σχήμα 5. Διάταξη για τη μελέτη της σχέσης $P-T$ με V =σταθερό. Η σύριγγα έχει ακινητοποιημένο έμβολο

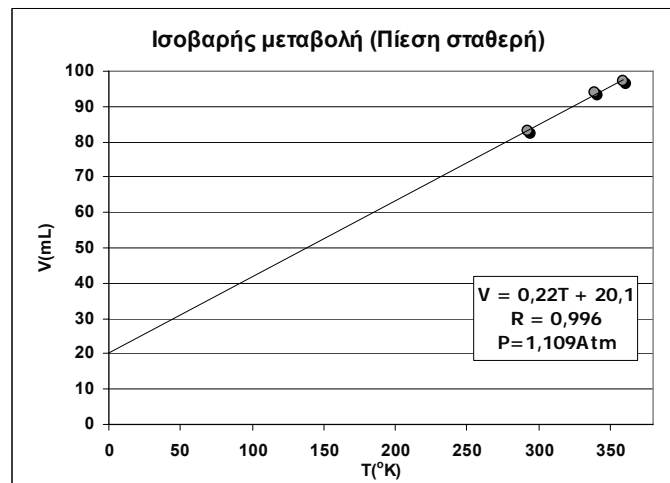
ΠΕΙΡΑΜΑ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ $V-T$ (N,P ΣΤΑΘΕΡΑ)

Για τη μελέτη της σχέσης ανάμεσα στα $V-T$ χρησιμοποιούμε διάταξη όμοια με αυτή του Σχήματος 5 με τη διαφορά ότι το έμβολο της σύριγγας δεν είναι ακινητοποιημένο. Σύρεται το έμβολο της σύριγγας ώστε να περιέχει το μέγιστο όγκο αέρα, η σύριγγα συνδέεται με τον αισθητήρα πίεσης και βυθίζεται σε θερμό υδατόλουτρο ($\cong 100^{\circ}\text{C}$) στο οποίο είναι βυθισμένος ο αισθητήρας θερμοκρασίας



Σχήμα 6. Γράφημα από μετρήσεις για τη μελέτη της σχέσης P - T με V =σταθερό

Καταγράφονται η θερμοκρασία και ο όγκος για τον οποίο η πίεση στο εσωτερικό της σύριγγας είναι -έστω 1Atm. Επαναλαμβάνεται η μέτρηση σε διάφορες χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας, μετακινώντας κάθε φορά το έμβολο της σύριγγας μέχρι να επιτευχθεί πίεση ίση με την αρχική (1Atm) και σημειώνεται ο εκάστοτε όγκος. Έτσι επιτυγχάνεται σταθερή πίεση και προκύπτει η σχέση μεταξύ όγκου και θερμοκρασίας. Οι τιμές όγκου-θερμοκρασίας που προέκυψαν πειραματικά παριστάνονται στη γραφική παράσταση V - T του Σχήματος 7.



Σχήμα 7. Γράφημα από πειραματικές μετρήσεις για τη μελέτη της σχέσης V - T με P =σταθερό.