

Γ Μέρος:

Επιβεβαίωση των Νόμων των Ιδανικών Αερίων
με το Σύστημα Συχρονικής Λήψης και Απεικόνισης

1. Διερεύνηση της σχέσης P-V

Απαιτούμενα υλικά

- Σύριγγα των 20 ml , ως δοχείο μεταβλητού όγκου
- Αισθητήρας πίεσης
- Αισθητήρας θερμοκρασίας
- Καταγραφέας (LoggerPro ή Db-Lab)
- Η/Υ

Προετοιμασία της πειραματικής διάταξης

Ενεργοποιούμε το λογισμικό στον Η/Υ και συνδέουμε τους αισθητήρες στον καταγραφέα. Επιβεβαιώνουμε ότι υπάρχει επικοινωνία μεταξύ αισθητήρων, θέτουμε το έμβολο της σύριγγας στην ένδειξη 20 ml και συνδέουμε τον πλαστικό σωλήνα του αισθητήρα πίεσης με τη μύτη της σύριγγας έτσι ώστε να εγκλωβιστεί αποτελεσματικά ο αέρας.



Πειραματική διαδικασία

Επειδή δεν υπάρχει όργανο μέτρηση του όγκου του αέρα για τις διάφορες θέσεις του εμβόλου, η ανάγνωση πρέπει να γίνεται από την κλίμακα της σύριγγας και συνεπώς η εισαγωγή των τιμών της πίεσης θα γίνει επιλέγοντας τα «επιλεγμένα γεγονότα» από το μενού «Συλλογή Δεδομένων».

Δηλαδή για κάθε τιμή του όγκου του εγκλωβισμένου αέρα, η πίεση θα καταγράφεται με το κουμπί «Διατήρηση».

Αρχίζουμε την καταγραφή της πίεσης με το έμβολο να είναι στη θέση 20 ml και συνεχίζουμε μειώνοντας τον όγκο του εγκλωβισμένου αέρα κατά 1 ml. Δέκα μετρήσεις είναι αρκετές.

α/α	Πίεση kPa	Θερμοκρασία °C	Όγκος αέρα ml	PV kPa*l
1	103,51	22,25	25	2,59
2	110,17	22,25	24	2,64
3	114,26	22,25	23	2,63
4	119,67	22,26	22	2,63
5	125,55	22,26	21	2,64
6	131,64	22,26	20	2,63
7	138,55	22,25	19	2,63
8	147,01	22,26	18	2,65
9	157,98	22,25	17	2,68
10	167,25	22,25	16	2,68
11	178,51	22,26	15	2,68
12	190,37	22,25	14	2,67
13	206,13	22,25	13	2,68
14	224,02	22,25	12	2,69
15	244,85	22,25	11	2,69
16	266,67	22,24	10	2,67
17	295,61	22,25	9	2,66

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

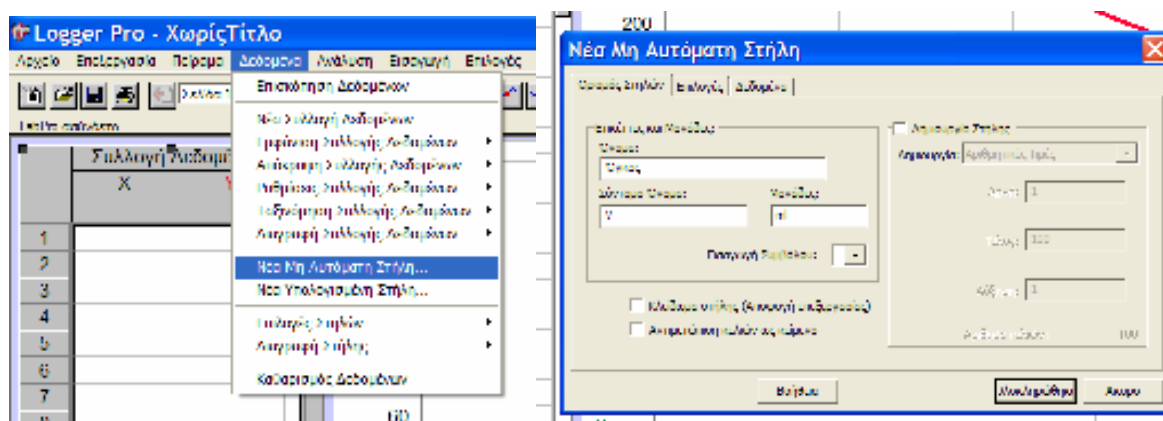
Στον προηγούμενο πίνακα τιμών, ο αρχικός όγκος του αέρα είναι 25 ml και όχι 20 ml (όγκος αέρα που βρίσκεται στη σύριγγα). Αυτό συμβαίνει διότι έχει υπολογιστεί και ο όγκος του αέρα που υπάρχει στον πλαστικό σωλήνα σύνδεσης της σύριγγας με τον αισθητήρα πίεσης. Στην προκειμένη περίπτωση ο όγκος αυτός είναι περίπου 5 ml.

Επεξεργασία πειραματικών δεδομένων

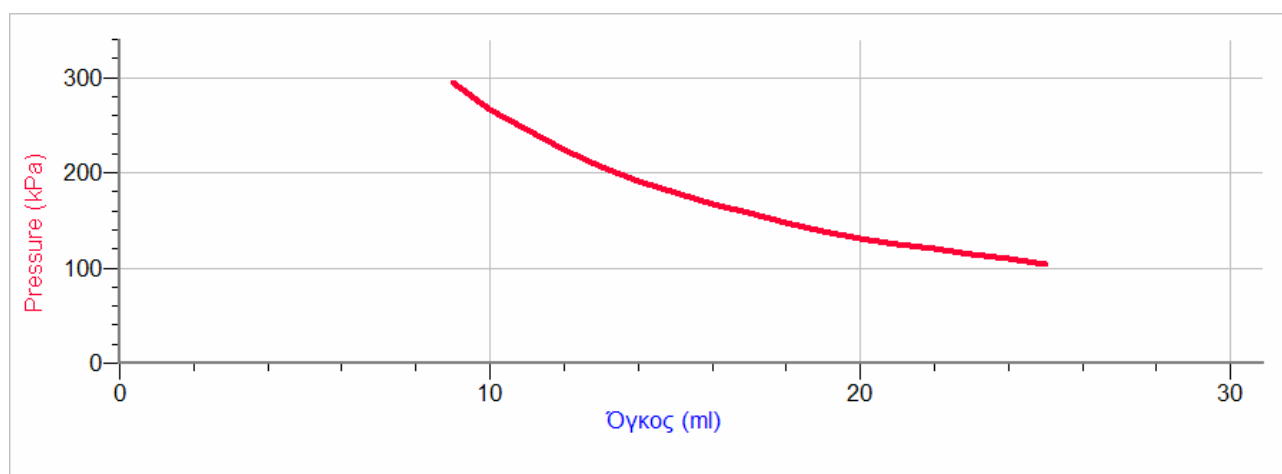
Για να απεικονίσουμε τη σχέση P-V σε γράφημα μπορούμε να μεταφέρουμε τις τιμές στο Excel ή να παράγουμε το γράφημα σε περιβάλλον LoggerPro ως εξής.

Δημιουργία γραφήματος στο περιβάλλον LoggerPro

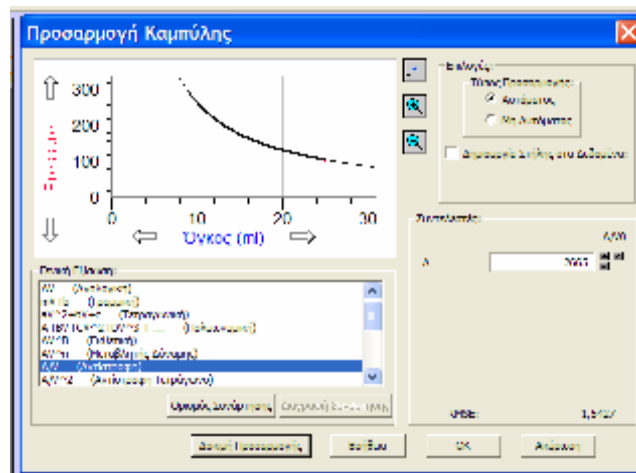
Επειδή δεν υπάρχει αισθητήρας όγκου, για την καταγραφή των τιμών του όγκου του αέρα θα δημιουργήσουμε μια νέα στήλη. Αυτό γίνεται ως εξής.
Από το μενού «Δεδομένα» επιλέγουμε «Νέα μη Αυτόματη Στήλη»



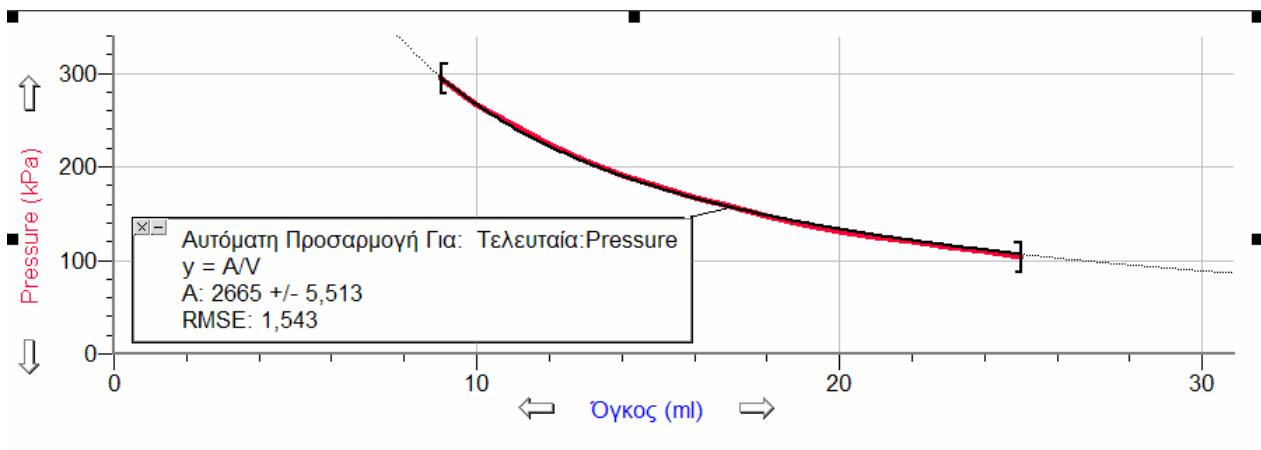
Τώρα στους άξονες υπάρχει η επιλογή «Όγκος» και το λογισμικό μπορεί να δημιουργήσει αυτόματα το διάγραμμα P-V.



Στο πιο πάνω διάγραμμα μπορούμε να προσαρμόσουμε τη συνάρτηση $y=A/x$ για να ελέγξουμε το πειραματικό αποτέλεσμα συγκρίνοντάς το με τη θεωρητική πρόβλεψη. Από το «Προσαρμογή Καμπύλης» επιλέγουμε «A/V (αντίστροφη)» και στη συνέχεια «Δοκιμή Προσαρμογής» και τέλος «OK».



Παρατηρούμε ότι η συνάρτηση $P=A/V$ προσαρμόζεται απολύτως στα πειραματικά δεδομένα και έτσι διαπιστώνουμε απόλυτη ταύτιση θεωρίας και πειράματος.



Η πλέον πιθανή τιμή του γινομένου PV, όπως προκύπτει από την προσαρμογή, είναι 2665 kPa.ml και παρουσιάζει πολύ μικρή απόκλιση από τη μέση τιμή των γινομένων PV κάθε μέτρησης που είναι 2655 kPa.ml

2. Διερεύνηση της σχέσης P-T

Απαιτούμενα υλικά

- Υδατόλουτρο
- Σύριγγα των 50 ml , ως δοχείο σταθερού όγκου
- Αισθητήρας πίεσης
- Αισθητήρας θερμοκρασίας
- Καταγραφέας (LoggerPro ή Db-Lab)
- Η/Υ

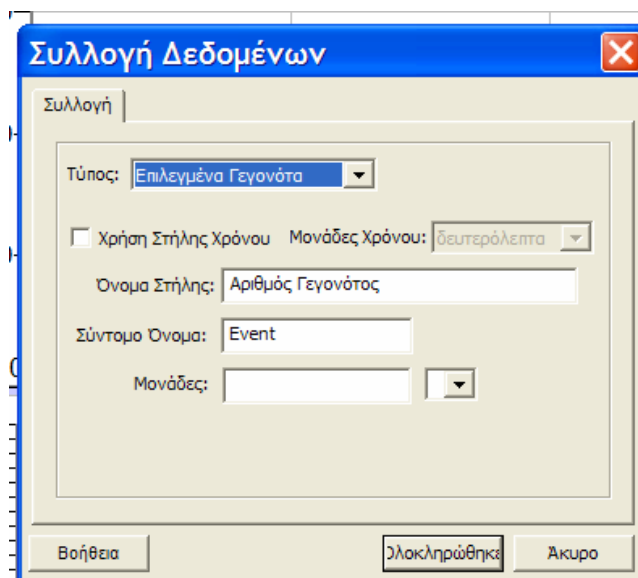
Προετοιμασία της πειραματικής διάταξης

Ενεργοποιούμε το λογισμικό στον Η/Υ και συνδέουμε τους αισθητήρες στον καταγραφέα. Επιβεβαιώνουμε ότι υπάρχει επικοινωνία μεταξύ αισθητήρων, σταθεροποιούμε με πείρο το έμβολο της σύριγγας στην ένδειξη 50 ml και συνδέουμε τον πλαστικό σωλήνα του αισθητήρα πίεσης με τη μύτη της σύριγγας έτσι ώστε να εγκλωβιστεί αποτελεσματικά ο

αέρας. Στη συνέχεια τοποθετούμε τη σύριγγα με το μεγαλύτερο δυνατό μέρος του πλαστικού σωλήνα στο υδατόλουτρο καθώς και τον αισθητήρα θερμοκρασίας.

Πειραματική διαδικασία

Η εισαγωγή των τιμών της πίεσης και της θερμοκρασίας θα γίνει από το μενού «Συλλογή Δεδομένων» με τα «επιλεγμένα γεγονότα».



Δηλαδή η πίεση και η θερμοκρασία του εγκλωβισμένου αέρα, θα καταγράφεται με το κουμπί «Διατήρηση». Καταγράφουμε τιμές για το μεγαλύτερο εφικτό (χρονικά) εύρος θερμοκρασιών αρχίζοντας από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Ενδεικτικές είναι οι πιο κάτω τιμές

Πίεση kPa	Θερμοκρασία °C	Απόλυτη Θερμοκρασία °K	Πηλίκο P/T kPa/°K
103,19	22,19	295,19	0,35
105,77	30,55	303,55	0,35
107,61	36,18	309,19	0,35
109,57	42,70	315,70	0,35
110,86	45,94	318,94	0,35
112,44	50,54	323,54	0,35
113,71	54,04	327,04	0,35
115,19	58,48	331,45	0,35

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

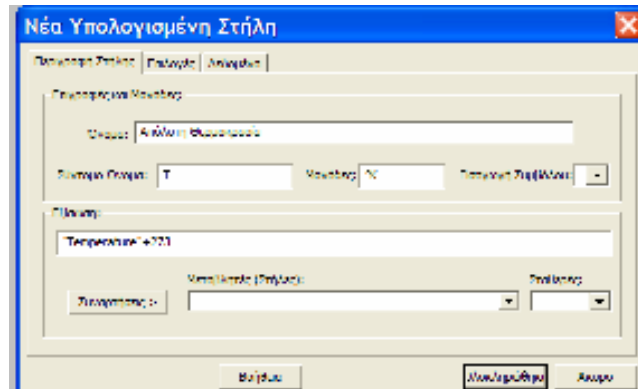
Ο όγκος του εγκλωβισμένου αέρα είναι 55 ml και όχι 50 ml (όγκος αέρα που βρίσκεται στη σύριγγα). Αυτό συμβαίνει διότι έχει υπολογιστεί και ο όγκος του αέρα που υπάρχει στον πλαστικό σωλήνα σύνδεσης της σύριγγας με τον αισθητήρα πίεσης. Στην προκειμένη περίπτωση ο όγκος αυτός είναι περίπου 5 ml.

Επεξεργασία πειραματικών δεδομένων

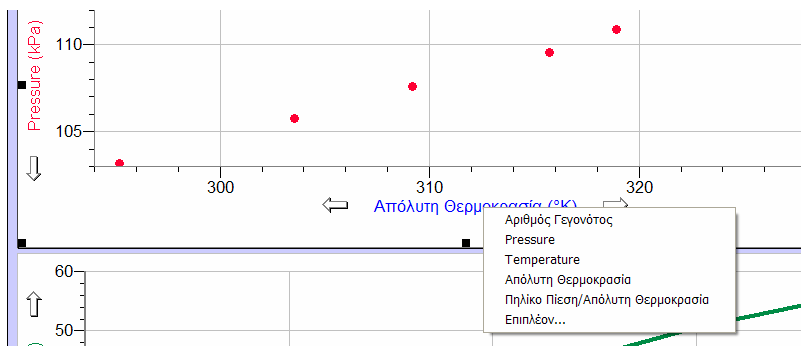
Για να απεικονίσουμε τη σχέση P-T σε γράφημα μπορούμε να μεταφέρουμε τις τιμές στο Excel ή να παράγουμε το γράφημα σε περιβάλλον LoggerPro ως εξής.

Δημιουργία γραφήματος στο περιβάλλον LoggerPro

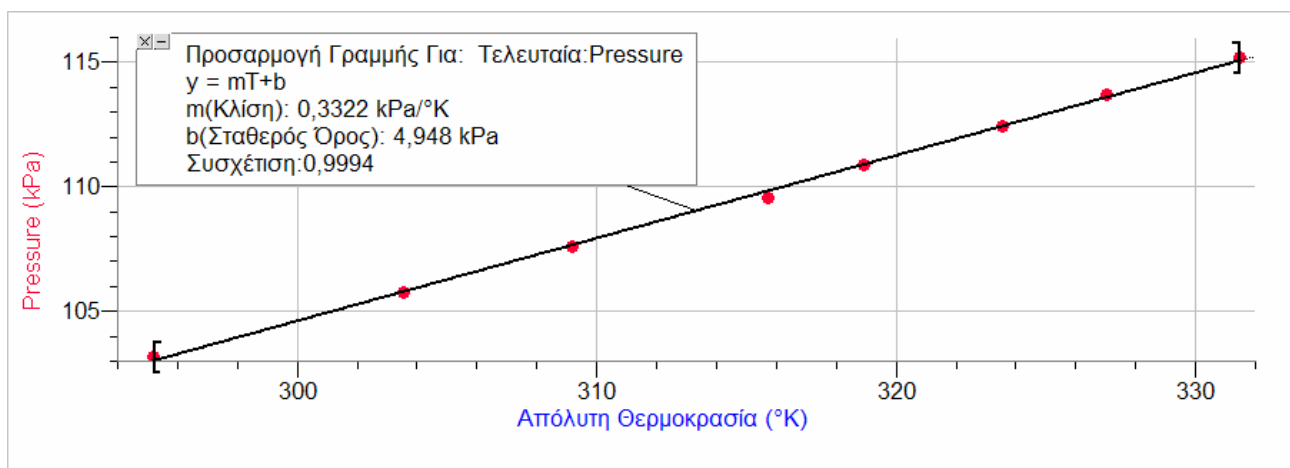
Το σύστημα δημιουργεί αυτόματα το γράφημα Πίεση-Αριθμός Γεγονότος και το γράφημα Θερμοκρασία-Αριθμός γεγονόςτος. Για να δούμε το γράφημα Πίεση - Απόλυτη Θερμοκρασία, πρέπει να δημιουργήσουμε μια στήλη με την απόλυτη θερμοκρασία. Αυτό γίνεται από το μενού «Δεδομένα» και στη συνέχεια «Νέα Υπολογισμένη Στήλη».



Τώρα στον άξονα «Αριθμός Γεγονότος» εμφανίζεται με κλικ η επιλογή «Απόλυτη Θερμοκρασία» που θέλουμε.



Τελικά το γράφημα με προσαρμογή γραμμικής συνάρτησης έχει την πιο κάτω μορφή.



Από το προηγούμενο γράφημα επιβεβαιώνεται η γραμμική σχέση μεταξύ Πίεσης και Απόλυτης θερμοκρασίας. Επίσης διαπιστώνουμε ότι παρά το γεγονός ότι οι πειραματικές τιμές καλύπτουν μια πολύ μικρή περιοχή θερμοκρασιών, η προσαρμοσμένη γραμμή περνάει πολύ κοντά από το σημείο (0,0) που είναι η θεωρητική πρόβλεψη. Επίσης προκύπτει ότι η πλέον πιθανή τιμή της κλίσης είναι $0,332 \text{ kPa}/^{\circ}\text{K}$ που διαφέρει ελάχιστα από την μέση τιμή των πηλίκων P/T που είναι $0,348 \text{ kPa}/^{\circ}\text{K}$.

3. Διερεύνηση της σχέσης P-n

Απαιτούμενα υλικά

- Σύριγγα των 50 ml , ως δοχείο σταθερού όγκου
- Σύριγγα των 10 ml, για την προσθήκη ποσοτήτων αέρα
- Τρίοδος βάνα
- Αισθητήρας πίεσης
- Αισθητήρας θερμοκρασίας
- Καταγραφέας (LoggerPro ή Db-Lab)
- Η/Υ

Προετοιμασία της πειραματικής διάταξης

Ενεργοποιούμε το λογισμικό στον Η/Υ και συνδέουμε τους αισθητήρες στον καταγραφέα. Επιβεβαιώνουμε ότι υπάρχει επικοινωνία μεταξύ αισθητήρων, σταθεροποιούμε με πείρο το έμβολο της σύριγγας στην ένδειξη 50 ml και συνδέουμε την μια οδό της βάνας με τον πλαστικό σωλήνα του αισθητήρα πίεσης, την άλλη οδό με τη μύτη της σύριγγας 50 ml έτσι ώστε να εγκλωβιστεί αποτελεσματικά ο αέρας και την άλλη οδό με τη μύτη της σύριγγας των 10 ml.



Πειραματική διαδικασία

Η εισαγωγή των τιμών της πίεσης και της θερμοκρασίας θα γίνει από το μενού «Συλλογή Δεδομένων» με τα «επιλεγμένα γεγονότα».

Δηλαδή η πίεση και η θερμοκρασία του εγκλωβισμένου αέρα, θα καταγράφεται με το κουμπί «Διατήρηση».

Ο αριθμός moles του αέρα που περιέχεται στη σύριγγα των 10 ml είναι $n = 0,424$ για τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης του πειράματος. Δηλαδή κάθε φορά που θα εισάγουμε 10 ml αέρα στη σύριγγα των 50 ml θα έχουμε αύξηση του αριθμού των mole κατά 0,424.

Ο αριθμός moles του αέρα που υπάρχουν (σύριγγα και πλαστικός σωλήνας σύνδεσης) είναι $n_0 = 2,334$ στις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας του πειράματος.

Ενδεικτικές είναι οι πιο κάτω τιμές

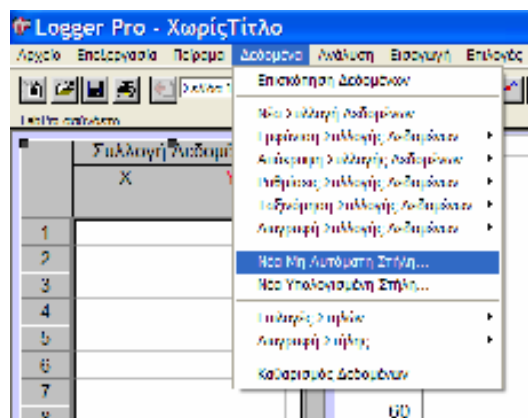
Θερμοκρασία °C	Πίεση kPa	Αριθμός mole
20,67	103,56	2,33
20,67	122,68	2,76
20,67	141,94	3,18
20,68	160,41	3,61
20,68	179,49	4,03
20,67	198,20	4,45
20,66	217,11	4,88
20,65	235,72	5,30

Για να απεικονίσουμε τη σχέση P-n σε γράφημα μπορούμε να μεταφέρουμε τις τιμές στο Excel ή να παράγουμε το γράφημα σε περιβάλλον LoggerPro ως εξής.

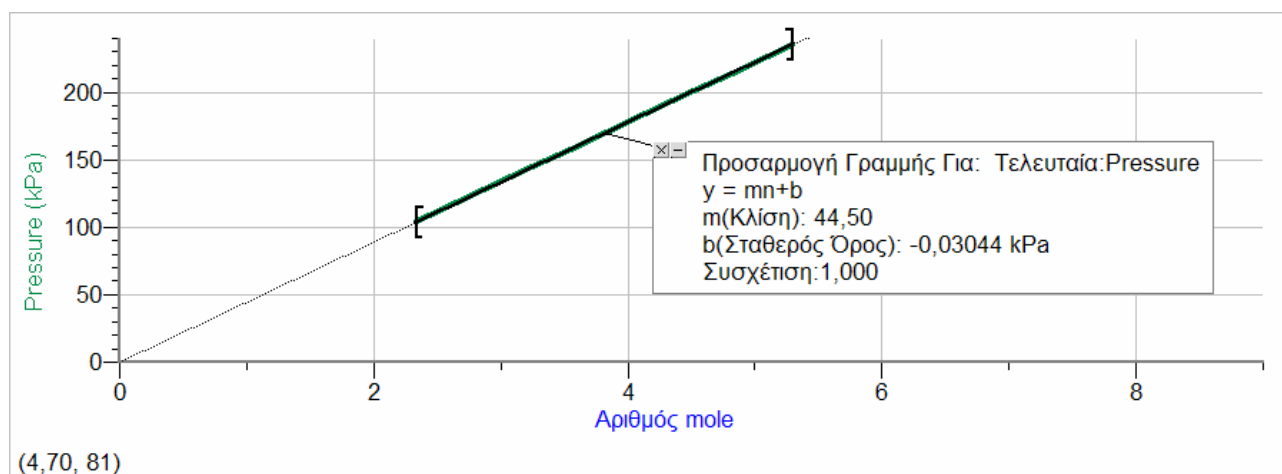
Δημιουργία γραφήματος στο περιβάλλον LoggerPro

Επειδή δεν υπάρχει αισθητήρας αριθμού mole, θα δημιουργήσουμε μια νέα στήλη. Αυτό γίνεται ως εξής.

Από το μενού «Δεδομένα» επιλέγουμε «Νέα μη Αυτόματη Στήλη»



Τώρα στους άξονες υπάρχει η επιλογή «Αριθμός mole» και το λογισμικό μπορεί να δημιουργήσει αυτόματα το διάγραμμα P-n.



Όπως φαίνεται στο προηγούμενο γράφημα, η σχέση Πίεσης - Αριθμού mole είναι γραμμική και προεκτεινόμενη διέρχεται από το σημείο (0,0) όπως προβλέπεται θεωρητικά.

Η κλίση της γραμμής είναι 44,50 kPa/mole και η θεωρητική τιμή της είναι $RT/V=44,39$ kPa/mole.