

## INVESTIGAȚII EXPERIMENTALE ALE PRESIUNII ATMOSFERICE ȘI PRESIUNII GAZELOR CU AJUTORUL SENZORULUI DIGITAL PS-3203

Silvia EVTODIEV, administrator, dr. inginer

Igor EVTODIEV, dr. hab. prof. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-3927-846X>

Didact Vega – Interdisciplinary Scientific Center

USPEE „C. Stere”, Moldova State University

**Rezumat.** În prezenta lucrare metodico-didactică se investighează experimental posibilitatea achiziției de date experimentale ale presiunii atmosferice și presiunii gazelor cu ajutorul senzorului digital PS-3203 și Softului SPARKvue PASCO. Se demonstrează posibilitatea efectuării unei Lucrări practice la fizică ”Investigarea gazului real după modelul ecuației de stare a gazului ideal” prevăzută de curricula de Fizică pentru clasa a 11-a cu aspect STEAM.

**Cuvinte cheie:** achiziții de date experimentale, presiune, temperatură, volum, gaz, lege.

### EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF ATMOSPHERIC PRESSURE AND GAS PRESSURE USING THE PS-3203 DIGITAL SENSOR

**Abstract.** In this methodical-didactic work, the possibility of acquiring experimental data of atmospheric pressure and gas pressure with the help of the PS-3203 digital sensor and SPARKvue PASCO Software is experimentally investigated. It is demonstrated the possibility of carrying out a practical work in physics "Investigation of real gas according to the model of the equation of state of the ideal gas" provided by the Physics curriculum for the 11th grade with a STEAM aspect.

**Keywords:** experimental data acquisition, pressure, temperature, volume, gas, law.

#### Introducere

Investigarea gazului real după modelul ecuației de stare a gazului ideal cu ajutorul senzorilor digitali PASCO

**Scopul lucrării:** Investigații experimentale cu senzorii digitali de presiune și temperatură PASCO-SUA pentru **Studiul dependenței presiunii gazului de volumul acestuia ( $P \sim \frac{1}{V}$ ):** *Demonstrarea legii lui Boyle pentru un gaz ale cărui temperatură și cantitate de substanță rămân constante pe durata procesului. (proces izoterm  $v_{RT} = const$ );*

#### Metode, SOFT și material aplicate

1. Senzor wireless de presiune PS-3203 atașat de o seringă gradată PASCO
2. Senzor wireless de temperatură PS-3222 cu traductor de tip PS-2135
3. Smartfon cu softul SPARKvue pentru achiziționarea și prelucrarea datelor experimentale

4. Accesoriu de presiune PASCO - Seringă de 60 ml cu conector pentru senzorul wireless de presiune PS-3203.

**Note teoretice:** Cunoaștem că starea gazului real se descrie satisfăcător prin ecuația de stare a gazului ideal  $PV=vRT$ , unde  $P$ ,  $V$ ,  $T$  sunt parametrii de stare a gazului,  $R$  – constanta universală a gazelor și  $v$  – numărul de moli.

Pentru determinarea numărului de moli de aer în volumul inițial de 55 ml pentru care măsurăm temperatura cu ajutorul Senzorului wireless de temperatură PS-3222 cu traductor de tip PS-2135 și Presiunea cu ajutorul Senzor wireless de presiune PS-3203

Prin afișarea grafică a datelor experimentale se determină coeficienții relevanți din grafic prin identificarea funcției inverse ( $y=c/x$ ,  $c=...$ ) cu ajutorul SOFT-ului SPARKvue

**Constante fizice:**  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ,  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

### Metodica experimentului și Sarcini experimentale

Montajul experimental este prezentat în Figura 1.

Prin măsurări a parametrilor de stare: presiune ( $P$ ), temperatură ( $T$ ) și volum ( $V$ ) cu ajutorul senzorilor digitali PASCO și a SOFT-ului SPARKvue pot fi determinate experimental [1]:

1) volumul de aer (măsurat în ml, iar elevii ca cerință transformă în  $\text{m}^3$ ) din seringă și exemplul de calcul atunci când pistonul este poziționat liber la 55 ml (considerat ca referință volumul inițial de aer aflat în stare naturală, prin notațiile din pct.2);

2) presiunea ( $P_0$ ) și temperatura ( $T_0$ ) aerului din laborator, pentru volumul inițial  $V_0=55$  ml de aer din seringă;

3) presiunea aerului din seringă ( $P$ ) la volumul  $V$ , ml: 55, 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20;

4) funcția graficului  $P(V)=b+a/V$ , cu valorile constantelor  $a$  și  $b$  caracteristice procesului termodinamic de dilatare-comprimare izotermică;

5) lucrul termodinamic efectuat asupra gazului la dilatarea aerului de la 55 ml până la 60 ml;

6) cantitatea de căldură ( $Q$ ) schimbată cu exteriorul la dilatarea volumului de la 55 ml până la 60 ml prin transformarea reversibilă izotermă a aerului cu 5 ml din seringă și respectiv \*entropia ( $S=Q/T$ )

7) lucrul termodinamic efectuat asupra gazului, respectiv cantitatea de căldură ( $Q$ ) schimbată cu exteriorul la comprimarea aerului din seringă de la volumul inițial de 55 ml



**Figura 1. Montajul experimental pentru studiul  $P(V)$  la  $t=\text{const}$**

până la cel final de 20 ml, și respectiv \*entropia ( $S=Q/T$ ) la transformarea reversibilă izotermă;

- 8) numărul de moli din seringă  $v$  pentru aerul investigat;
- 9) concentrația aerului din laborator ( $n$ );
- 10) constanta Boltzman ( $k_B$ );
- 11) masa aerului din seringă investigat experimental ( $m$ ).

**Măsurând:** Presiunea, Temperatura măsurate cu senzori digital PASCO și Volum-cu seringă.

**Mod de lucru:**

1. Prin legarea senzorului de presiune și temperatură se fac achiziții de date experimentale pentru cele 8 stări ale gazului ( $P, V$ ) cu pasul de 5 ml de la 55 ml la 20 ml, selectând valori experimentale a presiunii pentru fiecare volum care sunt trecute în tabelul măsurătorilor.
2. Folosind softul SPARKvue se introduc datele manual în tabel pentru fiecare stare a gazului ( $P, V$ ), introducând valorile medii ai parametrilor de stare  $P$  (presiune-ordonata  $y$ ) și  $V$  (volum-abcisa  $x$ ) pentru cele 8 stări.
3. Pentru interpretarea rezultatelor analizăm graficul  $P(V)$  ale gazului cu ajutorul SOFT-ului SPARKvue și determinăm funcția care caracterizează procesul gazului  $P(V)$ .
4. Folosind valoarea parametrului ( $a$ ) din funcția  $P(V)=b+a/V$ , se determină numărul de moli ai aerului cercetat în seringă la temperatura camerei măsurat cu senzorul de temperatură PS-3222.
5. Folosind opțiunile softului SPARKvue se determină caracteristicile statistice pentru graficul  $P(V)$ , coeficienții relevanți din grafic, ariile necesare în corespundere cu sarcinile experimentale.

**Rezultate experimentale și interpretarea lor**

În **Tabelul 1** sunt trecute datele experimentale achiziționate cu ajutorul senzorului PS-3203

**Tabelul 1. Valori numerice ale parametrilor de stare presiune și volum a aerului comprimat**

	$P_{atm}$	Presiune prin comprimare						
$V, (ml)$	55	50	45	40	35	30	25	20
$P \cdot 10^{-3}, (Pa)$	99,3	109,2	122,2	136,9	155,6	180,8	213,0	265,6

În Figura 2 sunt prezentate interfețele de lucru a Softului SPARKvue cu pictogramele de analiză/interpretare a datelor și datele experimentale achiziționate [1] pentru 9 stări a gazului real (aer la temperatura de 19,3°C) prin afișare tabelară și grafică (Figura 2 a) și graficul dependenței presiunii gazului de volumul ocupat la temperatura constantă (Figura 2 b).

Pentru rezultatele experimentale  $P(V)$  din Figura 2b folosim opțiunea de extrapolare grafică din Softul SPARKvue prin selectarea Funcției inverse “best fit” unde ca rezultat se afișează funcția analitică (Figura 3) care descrie procesul aerului comprimat sub pistonul seringii și care indică că dependența este una invers-proportională, descrisă prin legea:

$$P = \frac{a}{V} + b, \text{ unde } a=3870, b=3,24; \text{ pentru care: } a = \vartheta RT.$$

## Recomandare

**\*În acord cu rezultatele experimentale pot fi recomandate elevilor pentru lucrul individual să prezinte exemple decalcul al mărimilor căutate, așa ca:**

1. Exemplu de calcul al volumului de aer (în  $m^3$ ) din seringă atunci când pistonul este poziționat la 55 ml:

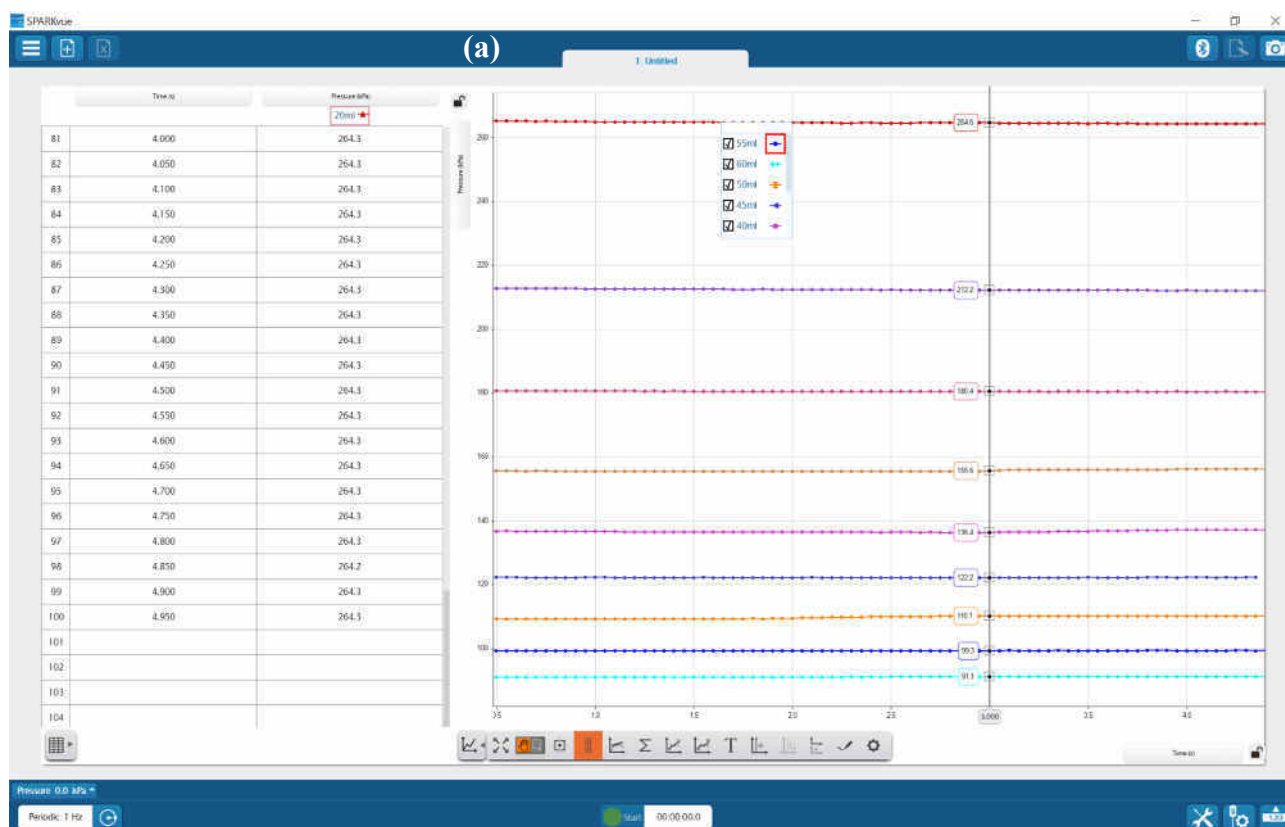
$$V = 55 \text{ ml} =$$

2. Caracteristicile inițiale ale mediului de lucru (aer) din laborator

Presiunea:  $P_o =$

Temperatura:  $T_o =$

Volumul inițial de aer din seringă:  $V_o =$



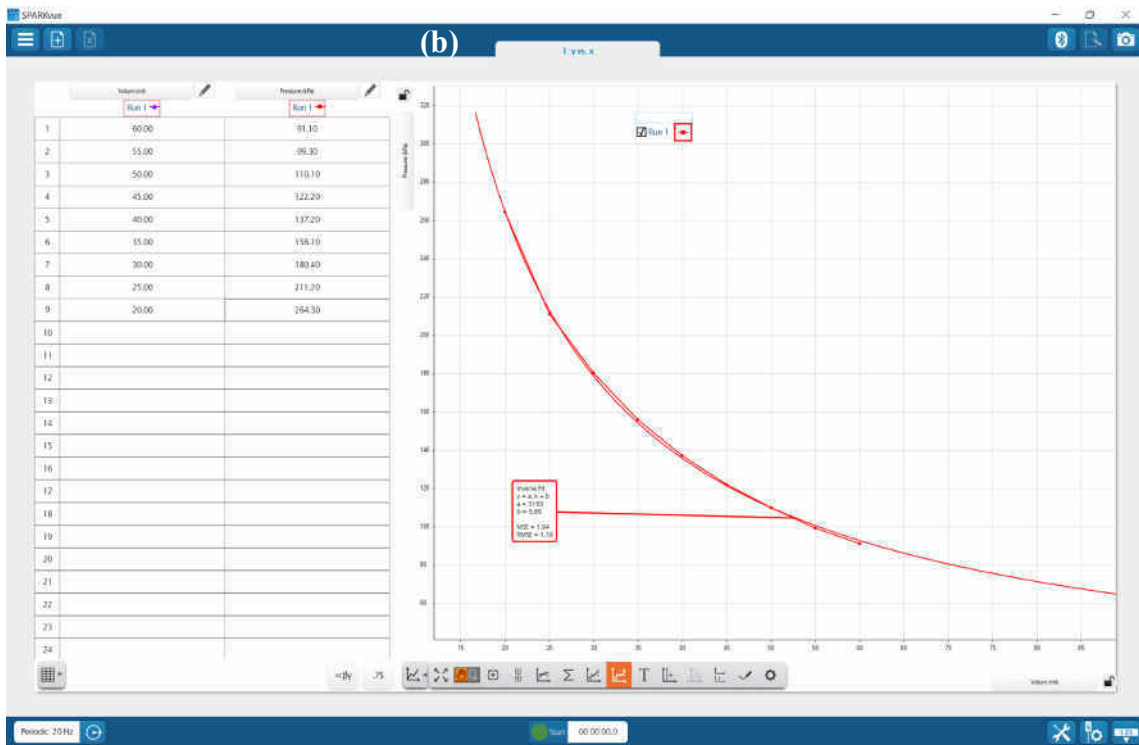


Figura 2. Interfața de lucru a Softului SPARK Vue cu rezultate experimentale (a) și pictogramele de analiză și interpretare a datelor prin graficul  $P(V)$ , (b)

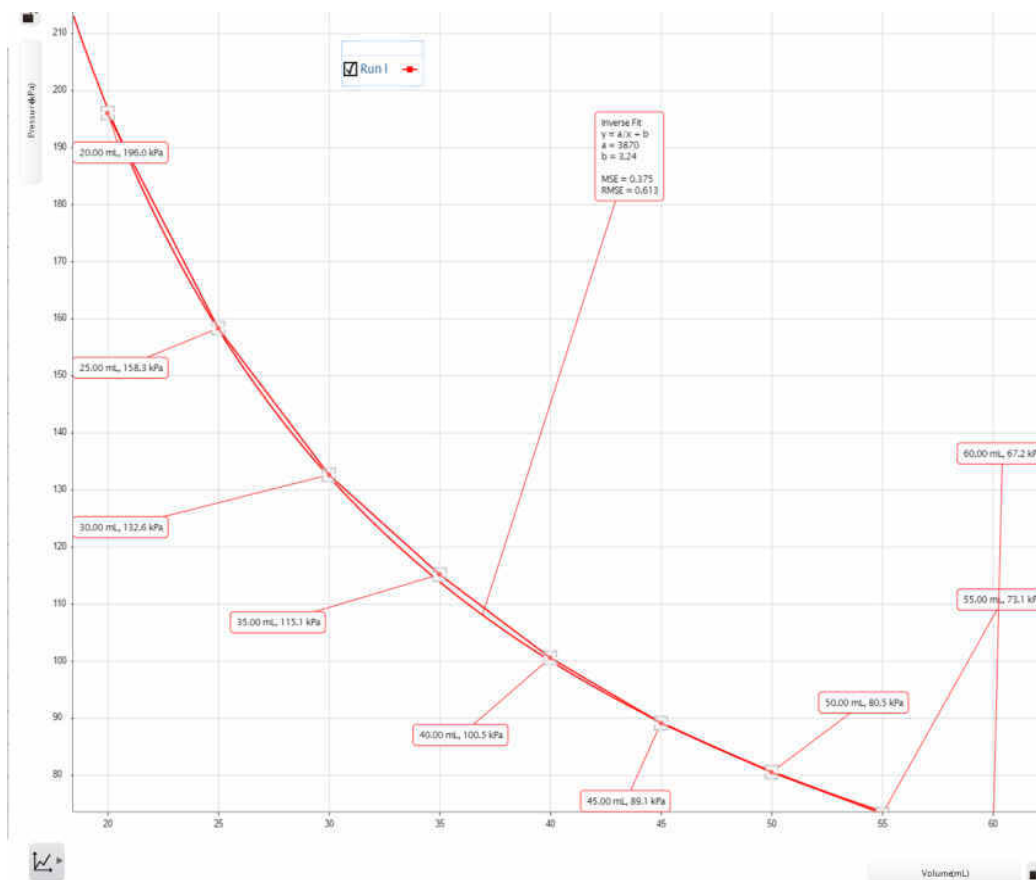


Figura 3. Funcția analitică și coeficienții relevanți din graficul  $P(V)$  pentru procesul aerului comprimat sub pistonul seringii descris prin legea:  

$$P = \frac{a}{V} + b$$
, unde  $a=3870$ ,  $b=3,24$

3. Graficul  $P(V)$  pentru procesul izotermic

--

**Caracteristici Grafice:**  $P(V)=b+a/V$  , cu valorile constantelor a și b numeric definite

$P(V)=$	$a=$	$MSE=$	$RMSE=$
---------	------	--------	---------

4. Graficul  $P(V)$  pentru procesul izotermic cu aria marcată pentru lucrul termodinamic efectuat asupra gazului la dilatarea aerului de la 55 ml până la 60 ml;

--

**Caracteristici Grafice:**  $P(V)=b+a/V$  , cu valorile constantelor a și b numeric definite:

Crearea depresiunii la dilatarea gazului de la 55 ml la 60 ml:

$P(V)=$	$MSE=$	$RMSE=$
$A_{55-60}=$		
$Q=$		
$S=$		

Cantitatea de căldura ( $Q=A$ ) schimbată cu exteriorul la dilatarea volumului de la 55 ml până la 60 ml prin transformarea reversibilă izotermă a aerului cu 5 ml din seringă de la condiții normale \*Entropia ( $S=Q/T$ )

5. Graficul  $P(V)$  pentru procesul izotermic cu aria marcată pentru lucrul termodinamic efectuat asupra gazului la comprimarea aerului de la 55 ml până la 20 ml;

--

**Caracteristici Grafice:**  $P(V)=b+a/V$  , cu valorile constantelor a și b numeric definite:

Mărirea presiunii prin comprimarea gazului de la 55 ml la 20 ml:

$P(V)=$	$MSE=$	$RMSE=$
$A_{55-20}=$		
$Q=$		
$S=$		

Cantitatea de căldură ( $Q=A$ ) schimbată cu exteriorul la dilatarea volumului de la 55 ml până la 60 ml prin transformarea reversibilă izotermă a aerului cu 5 ml din seringă de la condiții normale

\*Entropia ( $S=Q/T$ )

6) Determinarea numărului de moli  $\nu$  din seringă pentru aerul investigat folosind valoarea constantei experimentale a din legea experimentală:  $P(V)=b+a/V$ , prin comparație cu ecuația de stare  $P=\nu RT/V$ .

$$\nu = \frac{a}{RT} =$$

7) Concentrația aerului din laborator ( $n$ ). La volumul aerului din seringă ( $V_o=55$  ml) în condițiile din laborator pentru care sa măsurat presiunea și temperatura și pentru care din ppc anterior cunoaștem cantitatea de substanță  $\nu$ , pentru concentrația aerului avem:

$$n = \frac{N}{V_o} = \frac{\nu \cdot N_A}{V_o} = \frac{a N_A}{V_o RT} = \frac{a}{V_o k_B T}$$

Respectiv

$$a) \mathbf{n} = \frac{\nu \cdot N_A}{V_o} =$$

sau

$$*b) \mathbf{n} = \frac{a N_A}{V_o RT} =$$

sau

$$**c) \mathbf{n} = \frac{a}{V_o k_B T}$$

8) Una din problemele inverse ar fi determinarea Constantei lui Boltzman ( $k_B$ ) atunci când determinăm concentrația gazului prin formula a) și respectiv din relația  $P = n k_B T$ , avem:

$$k_B = \frac{P_o}{nT} = \frac{P_o V_o R}{a N_A}$$

respectiv

$$a) \mathbf{k}_B = \frac{P_o}{nT} =$$

sau

$$b) \mathbf{k}_B = \frac{P_o V_o R}{a N_A} =$$

9) Masa aerului din seringă investigat experimental ( $m$ ):

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}; \quad m = \nu M = \frac{aM}{RT} \quad m = \frac{aM}{RT} =$$

## Concluzii

1. Cu ajutorul senzorilor wireles de presiune PS-3203 și de temperatură PS-3222 poate fi verificată experimental ecuația de stare a gazului ideal.

2. Implementarea senzorilor digitali în activitățile școlare de laborator oferă posibilitatea Investigării gazului real după modelul ecuației de stare a gazului ideal și determinare numărului de moli și respectiv constanta universală a gazelor
3. Folosind opțiunea de introducere manuală a datelor în Softul SPARKvue ușor putem verifica legi prin afișare grafică cu determinarea caracteristicilor statistice pentru datele experimentale și respectiv determinarea coeficienților relevanți din grafic.

### **Bibliografie**

1. Sourse: <https://didactvega.md/tema-nr-1/>
2. Sourse: [www.didactvega.md](http://www.didactvega.md) EVTODIEV Igor Autor/: Dr. hab, Prof. univ, grad didactic superior în Fizică, COVID 19 – ÎNVĂȚĂM ACASĂ! Didact Vega, S.R.L. ([ievtodiev@yahoo.com](mailto:ievtodiev@yahoo.com) )