



Proba experimentală – clasa a X-a 1 februarie 2010

I. Determinarea concentrației C_X a unui amestec de apă și alcool prin metoda picăturilor

Aveți la dispoziție:

- seringă gradată prevăzută cu piston din caciuc negru;
- recipient închis cu alcool considerat de concentrație 100% - cu eticheta 100;
- recipient închis cu amestecul de concentrație necunoscută C_X ;
- vas cu apă;
- 2 pahare goale.

Mod de lucru – indicații

Utilizând seringă gradată, alcoolul având concentrația de 100% și apa puteți prepara alcool de concentrații diferite: $c = \frac{V_{\text{alcool}}}{V_{\text{total}}}$.

Introduceți lichid în seringă având grijă să nu intre aer. Țineți seringă în poziție verticală. Apăsăți cu grijă pistonul astfel încât lichidul să curgă suficient de lent sub formă de picături.

1. Cerințe:

- 1.1.1. Descrieți modalitatea de preparare a diferitelor concentrații și precauțiile pe care le-ați luat
- 1.1.2. Trasați graficul $N = f(c)$, pentru $c \in [0, 100\%]$, unde N reprezintă numărul de picături pentru același volum de lichid scurs $V = 2\text{ml}$, iar c este concentrația de alcool în amestec.
- 1.1.3. Determinați cu ajutorul graficului trasat concentrația necunoscută C_X
- 1.1.4. Indicați minimum 5 surse de erori în acest experiment.

2. Completează FOAIA DE RĂSPUNSURI folosind spațiile alocate

Prof. Sanda Oprea – Colegiul Național "Mircea cel Bătrân" - Constanța

II. Determinarea valorii forței de frecare dintre piston și pereții seringii

Aveți la dispoziție:

- seringă gradată de 10 ml , cu piston din plastic alb;
- hârtie gradată cu diviziunea de $0,5\text{ mm}$;
- 2 etichete autocolante;

Se consideră cunoscută valoarea presiunii atmosferice $p_0 = 10^5\text{ Pa}$

1. Cerințe.

Determinați valoarea forței de frecare dintre piston și pereții seringii.

- II.1.1. Descrieți principiul metodei și modul de lucru;
- II.1.2. Completați un tabel de date experimentale care să conțină minimum 5 determinări;
- II.1.3. Comentați precizia metodei;
- II.1.4. Enumerați cel puțin 3 surse de erori în acest experiment.

2. Completează FOAIA DE RĂSPUNSURI folosind spațiile alocate

Prof. Sanda Oprea – Colegiul Național "Mircea cel Bătrân" - Constanța

FOAIE DE RĂSPUNSURI

I. Determinarea concentrației c_x a unui amestec de apă și alcool prin metoda picăturilor (9 puncte la care se adaugă 1 punct din oficiu)

I.1.1. Modalitatea de preparare a soluțiilor și precauțiile experimentale utilizate (3 puncte)

Enunțul prevede un singur recipient închis cu alcool considerat de concentrație 100%!

Precauții experimentale

- Soluțiile se prepară direct în seringă (1 punct)
- Închidem capacul sticlei cu alcool (100%) după fiecare utilizare (0,5 puncte)
- Repetăm măsurarea pentru aceeași concentrație de 2-4 ori (0,5 puncte)

Modalitatea de preparare a soluțiilor

Preparăm o concentrație mare de alcool c_1 (de exemplu 90%) la un volum total $V_{0\text{ soluție}} = 10\text{ ml}$.

Lăsăm să curgă $\Delta V = 2\text{ ml}$. Rămâne în seringă un volum $V_{1\text{ soluție}} = 8\text{ ml}$ cu concentrația c_1 .

Completăm lichidul din seringă adăugând apă cu volumul $V_{2\text{ apa}}$, rezultă concentrația:

$$c_2 = \frac{V_{1\text{ alcool}}}{V_{1\text{ soluție}} + V_{2\text{ apa}}} = \frac{c_1 \cdot V_{1\text{ soluție}}}{V_{1\text{ soluție}} + V_{2\text{ apa}}}. \text{ Continuăm în același mod, rezultă concentrația după „k”}$$

pași:

$$c_k = \frac{c_{k-1} \cdot V_{k-1\text{ soluție}}}{V_{k-1\text{ soluție}} + V_{k\text{ apa}}} \quad (1 \text{ punct})$$

SAU

Putem aborda o metodă similară având inițial o soluție de concentrație mică de alcool și completând cu diferite volume de alcool.

De exemplu preparăm o soluție de concentrație $c_1 = 10\%$ ($V_{\text{alcool}} = 1\text{ ml}$; $V_{\text{apa}} = 9\text{ ml}$).

Lăsăm să curgă $\Delta V = 2\text{ ml}$. Rămâne în seringă un volum $V_{1\text{ soluție}} = 8\text{ ml}$ cu concentrația c_1 .

Completăm lichidul din seringă adăugând alcool cu volumul $V_{2\text{ alcool}}$, rezultă concentrația:

$$c_2 = \frac{V_{1\text{ alcool}} + V_{2\text{ alcool}}}{V_{1\text{ soluție}} + V_{2\text{ alcool}}} = \frac{c_1 \cdot V_{1\text{ soluție}} + V_{2\text{ alcool}}}{V_{1\text{ soluție}} + V_{2\text{ alcool}}}. \text{ Continuăm în același mod, rezultă concentrația}$$

după „k” pași:

$$c_k = \frac{c_{k-1} \cdot V_{k-1\text{ soluție}} + V_{k\text{ alcool}}}{V_{k-1\text{ soluție}} + V_{k\text{ alcool}}}$$

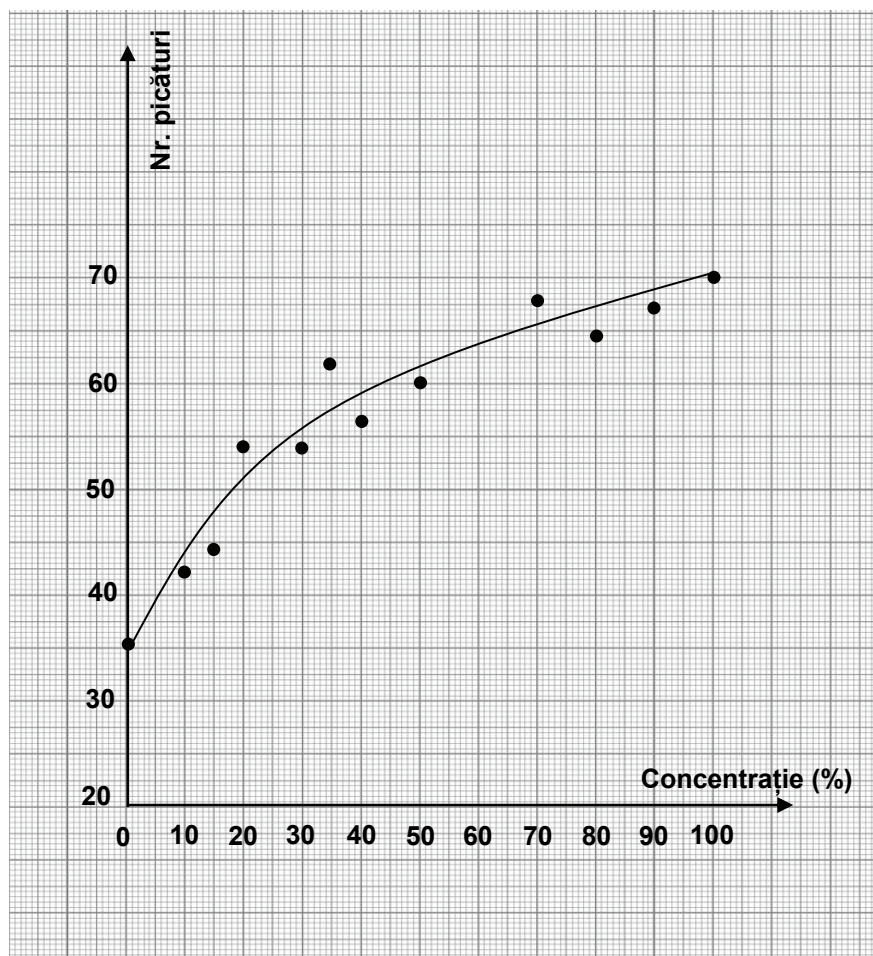
I.1.2. Dependența numărului de picături în funcție de concentrația de alcool (c) (4 puncte)

I.1.2.a. Tabel cu date experimentale (3 puncte)

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
c (%)	0	10	15	20	30	35	50	71	80	90	100
Număr picături	35	42	44	54	54	62	60	68	64	67	70

I.1.2.b. Graficul dependenței numărului de picături în funcție de concentrație

(1 punct)



I.1.3.

Numărul de picături (la concentrația c_x) $N_x = 54 \pm 4$
Concentrația $c_x \in [20; 30]\%$

(1 punct)

I.1.4. Surse de erori (1 punct)

Sugestii ale propunătorului lucrării

1. Erori ale instrumentului de măsură (diviziunile seringii) $\Delta V = 0,2 \text{ ml}$. (Numărul de picături corespunzător acestui volum este de aproximativ 4 picături)
 2. Erori la prepararea concentrațiilor
 - 2.a. datorate diviziunilor seringii și erori de citire (de paralaxă);
 - 2.b. datorate impreciziei de mișcare a pistonului;
 - 2.c. datorate utilizării necorespunzătoare a alcoolului (ținut prea mult în contact cu aerul o parte din alcool se evaporă).
 3. Erori datorate manipulării necorespunzătoare a dispozitivului
 - 3.a. dispozitivul nu este ținut tot timpul în aceeași poziție;
 - 3.b. dificultatea apăsării uniforme a pistonului, oprirea acestuia în timpul măsurării poate conduce la curgerea bruscă de lichid prin trecerea regimului de frecare din zona statică în zona cinetică;
 - 3.c. contactul porțiunii din seringă care conține lichid cu mâinile produce creșterea temperaturii lichidului, modificând astfel proprietățile acestuia.
- Etc.

II. Determinarea valorii forței de frecare dintre piston și pereții seringii

(9 puncte la care se adaugă 1 punct din oficiu)

II.1.1. Principiul metodei și modul de lucru (5 puncte)

Deplasăm pistonul cu orificiul deschis, alegând un volum de aer inițial V_0 la presiunea p_0 .

Astupăm cu degetul orificiul seringii presând bine astfel încât să împiedicăm intrarea sau ieșirea aerului din seringă.

Deplasăm pistonul, mărand sau micșorând volumul inițial de cel puțin 2 ori. Lăsăm pistonul liber ținând orificiul astupat. Pistonul se va opri la un volum final $V = V_0 + \Delta V$ dacă am mărit volumul, sau $V = V_0 - \Delta V$ dacă am micșorat volumul. (2 puncte)

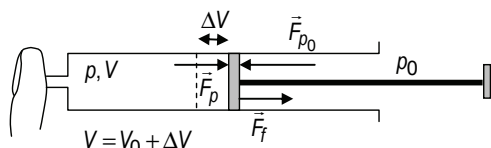
În cazul măririi volumului.

Condiția de echilibru la oprirea pistonului conduce la:

$$F_p + F_f = F_{p_0} \Rightarrow p \cdot S + F_f = p_0 \cdot S, \text{ așadar } F_f = (p_0 - p) \cdot S.$$

Considerând că starea inițială și starea finală a aerului din seringă se află pe aceeași izotermă (sistemul fiind în contact termic cu mediul exterior) avem:

$$p_0 \cdot V_0 = p \cdot V \Rightarrow p = \frac{p_0 \cdot V_0}{V}$$



Astfel, pentru forța de frecare obținem:

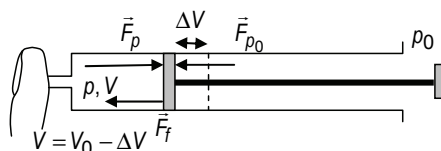
$$F_f = (p_0 - p) \cdot S = p_0 \cdot S \cdot \left(1 - \frac{V_0}{V}\right) \quad (1 \text{ punct})$$

În cazul micșorării volumului.

$$F_p = F_f + F_{p_0} \Rightarrow p \cdot S = F_f + p_0 \cdot S, \text{ deci } F_f = (p - p_0) \cdot S$$

Aplicând aceleași considerente termodinamice:

$$F_f = (p - p_0) \cdot S = p_0 \cdot S \cdot \left(\frac{V_0}{V} - 1\right) \quad (1 \text{ punct})$$



Cu ajutorul hârtiei gradate măsurăm lungimea ℓ a seringii între diviziunile extreme:

$$V_{\max} = \ell \cdot S \Rightarrow S = \frac{V_{\max}}{\ell} = (1,83 \pm 0,02) \text{ cm}^2 \quad (1 \text{ punct})$$

II.1.2. Tabel cu date experimentale (2 puncte)

Nr. det.	$V_0\left(cm^3\right)$	$V\left(cm^3\right)$	$F_f(N)$	$F_{f_{mediu}}(N)$	$\Delta F_f(N)$	$\Delta F_{f_{mediu}}(N)$	$F_f=(3.18 \pm 0.38)N$
1	2	2,4	3	3,18	0,18	0,38	
2	2	2,3	2,39		0,79		
3	4	5	3,66		0,48		
4	4	5,1	3,94		0,79		
5	10	8,5	3,22		0,04		
6	8	6,8	3,23		0,05		
7	6	5,2	2,81		0,37		

Rezultat:

$$F_f \in [2,8; 3,56]N$$

II.1.3. Comentăți precizia metodei alese (1 punct)

Precizia măsurării volumelor este mai bună dacă lipim hârtia gradată cu ajutorul etichetelor (distanța dintre două diviziuni învecinate pe seringă este de $\sim 2,5$ mm în timp ce distanța dintre două diviziuni vecine pe hârtie este de $0,5$ mm), precizia de măsură a lungimii crește de aproximativ 5 ori.

Mărirea sau micșorarea volumului inițial foarte mult, conduce după eliberarea pistonului la transformări rapide (necvasistatice) ale gazului, astfel încât starea inițială și finală nu mai pot fi considerate pe izotermă.

Degetul acționează ca o supapă astfel este mai ușor să destindem gazul (diferența de presiune „lipește” degetul de orificiul seringii) decât să-l comprimăm (când diferența de presiune împinge degetul către exterior)

II.1.4. Surse de erori (1 punct)

1. Eroare de model (transformare izotermă sau adiabatică?)
2. Etanșeizarea orificiului seringii
3. Citirea volumelor cu precizii diferite în funcție de instrumentul de măsură folosit:

$$\Delta V_{\text{seringa}} = 0,5 \text{ ml} \text{ sau } \Delta V_{\text{hartie}} \cong 0,1 \text{ ml}$$

4. Eroare de paralaxă
5. Încălzirea gazului prin manipularea necorespunzătoare a seringii
6. Modificarea forței de frecare prin utilizarea repetată a seringii