



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

XII
A

Lucrarea A

Dispozitiv conductor mobil, într-un câmp magnetic uniform

Materiale la dispoziție

1) magnet permanent în formă de U; 2) bobină suspendată; 3) suport reglabil pentru magnet; 4) scală cu fixare magnetică; 5) riglă gradată; 6) conductoare de legătură; 7) dinamometru; 8) alimentator electric c.c. și c.a. cu afișarea tensiunii la borne; 9) multimetru.



Cerințe

- Să se determine numărul de spire ale bobinei.
- Să se determine inducția câmpului magnetic uniform dintre polii magnetului.
- Să se determine greutatea fiecăreia dintre cele trei componente ale echipajului mobil (bobină; brațe verticale de susținere).

Se neglijează frecările în procesele considerate. Permeabilitatea magnetică absolută a aerului este $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$. Frecvența tensiunii alternative a generatorului $\nu = 50 \text{ Hz}$. Greutatea întregului cadru mobil este $G_t = 0,73 \text{ N}$.

Lucrare propusă de prof. dr. Mihail Sandu
G.Ș.E.A.S. Călimănești



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

XII
A

Lucrarea A

Mod de lucru – Barem de notare – 10 puncte

Elementele dispozitivului mobil dat sunt prezentate în figura 1, unde:

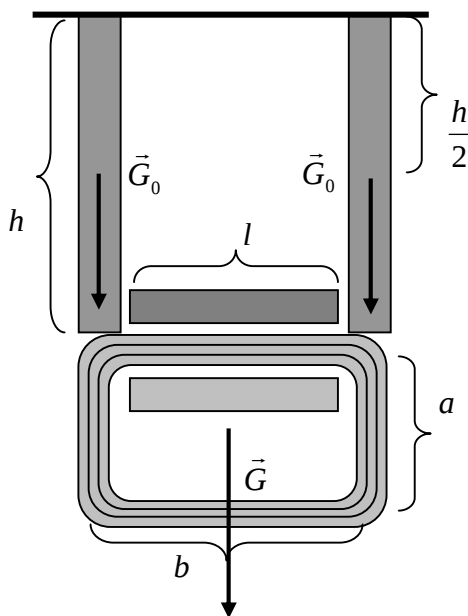


Fig. 1

a) Determinarea numărului de spire ale bobinei2,00 puncte

Rezistența ohmică a bobinei se determină, făcând măsurători de intensitate și tensiune în circuitul serie de c.c. conținând bobina, sursa de c.c. și ampermetrul;

$$R = \frac{U_c}{I_c};$$

U_c	1 V	1,65 V	2,15 V	2,55 V
I_c	0,75 A	1,16 A	1,5 A	1,74 A
$R = \frac{U_c}{I_c}$	1,33 Ω	1,42 Ω	1,43 Ω	1,46 Ω

$$\bar{R} = 1,41 \Omega.$$

Inductanța bobinei se determină, făcând măsurători de intensitate și tensiune în circuitul serie de c.a. conținând bobina, sursa de c.a. și ampermetrul;

$$Z = \frac{U_a}{I_a};$$

U_a	0,95 V	1,55 V	2,1 V	2,55 V
I_a	0,51 A	0,89 A	1,29 A	1,55 A
$Z = \frac{U_a}{I_a}$	1,76 Ω	1,74 Ω	1,63 Ω	1,64 Ω

$$\bar{Z} = 1,692 \Omega.$$

$$Z = \sqrt{\bar{R}^2 + X_L^2};$$

$$X_L = \sqrt{\bar{Z}^2 - \bar{R}^2};$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = 2\pi\nu L;$$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi\nu}; \quad L = 3 \cdot 10^{-3} \text{ H};$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2 S}{l_0},$$

unde lungimea bobinei este $l_0 \approx 1 \text{ cm}$;

$$N = \sqrt{\frac{l_0 L}{\mu_0 S}}; \quad S = ab; \quad a = 50 \text{ mm}; \quad b = 40 \text{ mm};$$

$$N \approx 80 \text{ spire.}$$

b) Determinarea inducției câmpului magnetic uniform dintre polii magnetului în U

.....(6 puncte)

Metoda 1 3,00 puncte

Dacă în punctul C, din partea inferioară a bobinei, când spirele acesteia sunt parcurse de curent electric, se va acționa, prin intermediul dinamometrului, cu o forță suplimentară, $\vec{F}$, orientată așa cum indică figura 2, atunci cadrul mobil va reveni în poziție verticală. În aceste condiții însemnează că forța suplimentară $\vec{F}_{0,\text{experimental}}$, acționând în punctul C, perpendicular pe brațul OC, împreună cu celelalte forțe exterioare care acționează asupra cadrului mobil ($\vec{F}_{\text{em}}, \vec{G}, 2\vec{G}_0$), asigură repausul acestuia, rămânând în câmpul magnetic uniform, ceea ce presupune că rezultanta acestor forțe este nulă. Rezultă:

$$F_{\text{em}} = NI_c l B = F_{0,\text{experimental}},$$

unde $l = 6 \text{ cm}$ este lungimea sectorului din spirală aflat în câmp magnetic;

$$B = \frac{F_{0,\text{experimental}}}{NI_c l};$$

Pentru diferite valori ale lui I_c se notează indicația dinamometrului, $F_{0,\text{experimental}}$.

$$N = \sqrt{\frac{l_0 L}{\mu_0 S}} = 80 \text{ spire};$$

$$l \approx b = 80 \text{ mm};$$

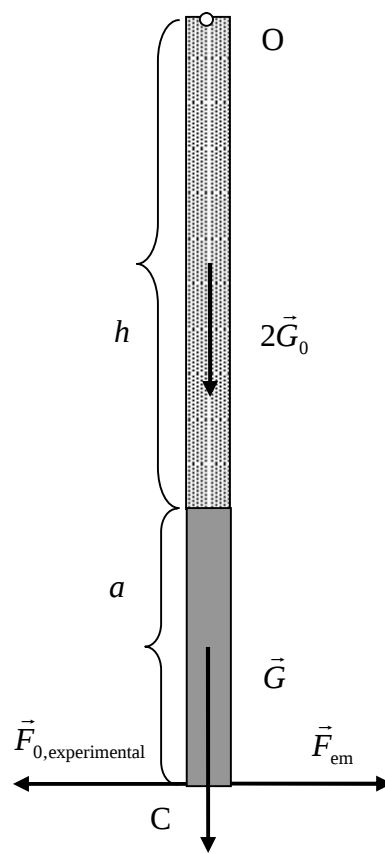


Fig. 2

I_c	1,04 A	2,60 A	3,9 A
$F_{0,experimental}$	0,25 N	0,5 N	0,75 N
B	0,037 T	0,030 T	0,033 T

$$\bar{B} = 0,033 \text{ T} = 33 \text{ mT}.$$

Metoda 2 3,00 puncte

La trecerea curentului electric prin spirele bobinei multiplicatoare, alimentată în c.c., datorită apariției forțelor electromagnetice, cadrul mobil este deplasat din poziția verticală, rămânând în câmpul magnetic uniform, și se va stabili într-o poziție de echilibru, așa cum indică figurile 3 și 4, atunci când momentul resultant al forțelor externe care acționează asupra cadrului mobil este nul. Pentru această poziție de echilibru, în raport cu punctul O, rezultă:

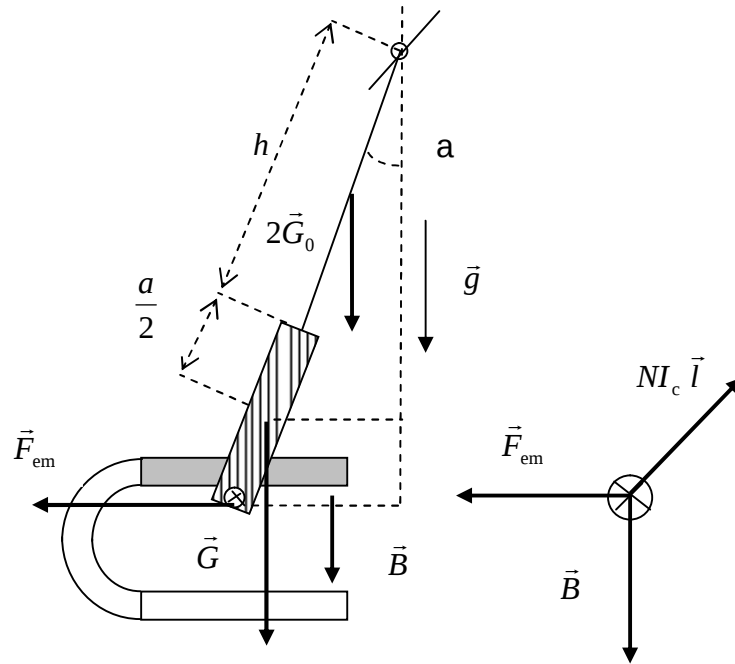


Fig. 3

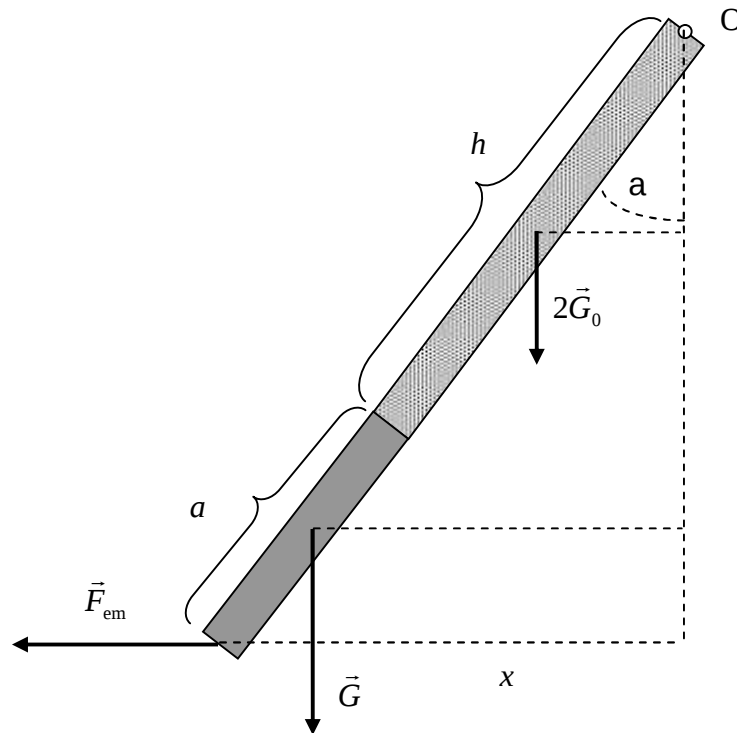


Fig. 4

$$F_{em} (h + a) \cos \alpha = G \left(h + \frac{a}{2} \right) \sin \alpha + 2G_0 \frac{h}{2} \sin \alpha,$$

unde G_0 este greutatea unuia dintre brațele de susținere ale bobinei;

$$F_{\text{em}} = NI_c l B;$$

$$NI l_0 B(h+a) \cos \alpha = G \left(h + \frac{a}{2} \right) \sin \alpha + 2G_0 \frac{h}{2} \sin \alpha;$$

$$B = \frac{\frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{h+a} \tan \alpha}{\frac{NI}{I_c}};$$

$$F_0 = \frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{h+a};$$

$$B = \frac{F_0 \tan \alpha}{\frac{NI}{I_c}};$$

$$\sin \alpha = \frac{x}{h+a}; \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}; \quad \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha};$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{\sqrt{(h+a)^2 - x^2}};$$

Cu bobina în afara polilor magnetului, suspendată de dinamometru în așa fel încât brațele de susținere ale bobinei să fie orizontale, așa cum indică figura 5, rezultă:

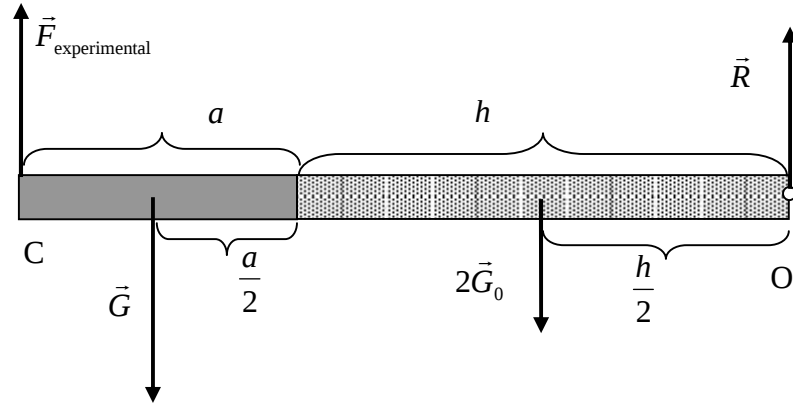


Fig. 5

$$F_{\text{experimental}}(h+a) = G \left(h + \frac{a}{2} \right) + 2G_0 \frac{h}{2};$$

$$F_{\text{experimental}} = \frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{h+a} = F_0;$$

$$F_{\text{em}} = NI_c l B;$$

$$B = \frac{F_0}{NI_c l} \tan \alpha;$$

$$B = \frac{F_{\text{experimental}}}{NI_c l} \tan a;$$

$$N = \sqrt{\frac{l_0 L}{m_0 S}} = 80 \text{ spire}; F_{\text{experimental}} = 0,5 \text{ N}; l \approx b = 80 \text{ mm};$$

I_c	0,26 A	0,42 A	0,76 A	0,91 A
x	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm
$h + a$	115 mm	115 mm	115 mm	115 mm
$\sin a = x / (h + a)$	0,087	0,174	0,261	0,348
$\cos a$	0,996	0,984	0,965	0,938
$\tan a$	0,0873	0,177	0,27	0,371
$F_0 = F_{\text{experimental}}$	0,5 N	0,5 N	0,5 N	0,5 N
B	27,2 mT	34,1 mT	28,8 mT	30,1 mT

$$\bar{B} = 30 \text{ mT}.$$

c) Determinarea greutății fiecărui element al cadrului mobil (1,00 punct)

$$F_0(h + a) = G \left(h + \frac{a}{2} \right) + 2G_0 \frac{h}{2};$$

$$F_0 = \frac{G \left(h + \frac{a}{2} \right) + G_0 h}{h + a};$$

$$G_t = G + 2G_0;$$

$$G = 2F_0 - \frac{h}{h + a} G_t; F_0 = F_{\text{experimental}};$$

$$G = 2F_{\text{experimental}} - \frac{h}{h + a} G_t; G \approx 0,6 \text{ N};$$

$$G_0 = \frac{h + \frac{a}{2}}{h + a} G_t - F_0;$$

$$G_0 = \frac{h + \frac{a}{2}}{h + a} G_t - F_{\text{experimental}}; G_0 \approx 0,07 \text{ N}.$$

Oficiu..... 1,00 punct



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

XII
B

Lucrarea B

Problema 1. Radiosonde spațiale în atmosferele unor planete necunoscute

Un satelit special a fost lansat de pe Pământ, spre un Sistem Planetar aflat în afara Sistemului Solar, având ca obiectiv culegerea și transmiterea de informații referitoare la atmosferele, constituite din CO_2 , a două planete necunoscute ($P_1; P_2$). Când satelitul a trecut prin apropierea fiecărei planete, de pe acesta a fost lansată câte o radiosondă. Coborând uniform spre fiecare planetă, pe direcții verticale, radiosondele ($R_1; R_2$) au transmis informații referitoare la presiunile atmosferice ale celor două planete.

Graficul presiunii, p , exprimată în unități convenționale, în funcție de durata coborârii, t , exprimată în secunde, pentru atmosfera planetei P_1 , este prezentat în figura 1. Ajungând pe suprafața planetei P_1 , radiosonda spațială R_1 a determinat și a transmis pe satelit valorile pentru accelerația gravitațională și pentru temperatura de la baza atmosferei: $g_0 = 10 \text{ ms}^{-2}$; $T_0 = 700 \text{ K}$.

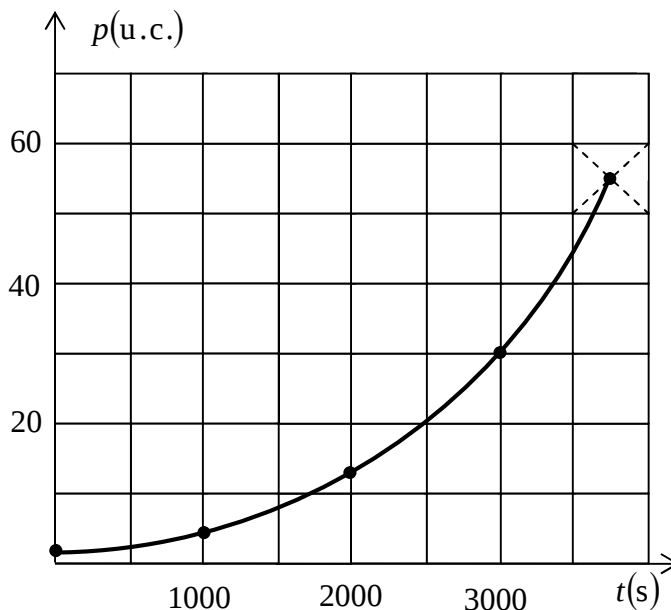


Fig. 1

Cerințe

a) Să se determine altitudinea h_0 de la care radiosonda spațială R_1 a început coborârea uniformă și transmiterea informațiilor spre satelit.

b) Să se determine temperatura atmosferei planetei P_1 la altitudinea $h = 39,6$ km. Se cunosc: constanta universală a gazelor perfecte, $R = 8,3$ J/molK; masa molară a CO_2 , $m = 44$ g/mol.

c) Graficul presiunii, p , exprimată în unități convenționale, în funcție de durata coborârii, t , exprimată în secunde, pentru atmosfera planetei P_2 , este prezentat în figura 2. Ajungând pe suprafața planetei P_2 , radiosonda spațială R_2 a determinat și a transmis pe satelit valorile pentru accelerația gravitațională și pentru temperatura de la baza atmosferei: $g_0 = 8 \text{ ms}^{-2}$; $T_0 = 750$ K.

Să se traseze graficele dependențelor $p = f(h)$ și $T = f(h)$ pentru atmosfera planetei P_2 , dacă aceasta este constituită tot din CO_2 .

Se va considera că accelerațiile gravitaționale sunt constante de-a lungul sectoarelor pe care coboară cele două radiosonde.

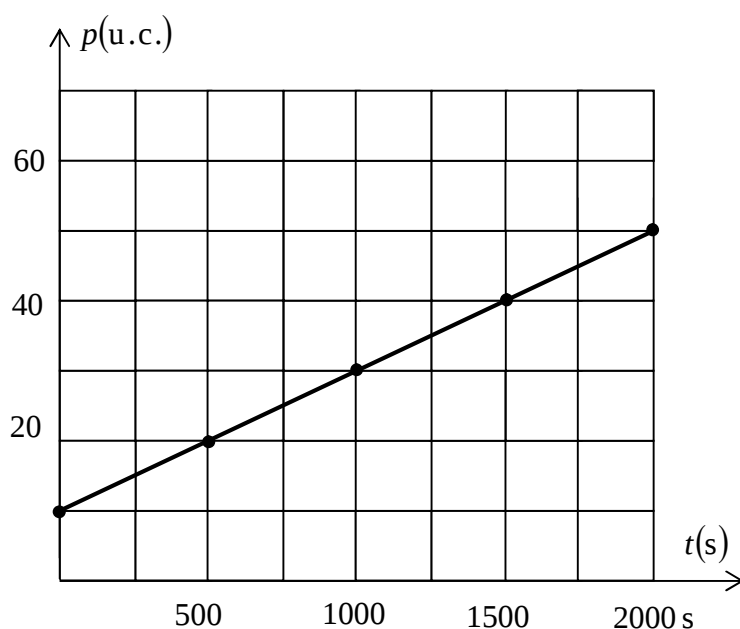
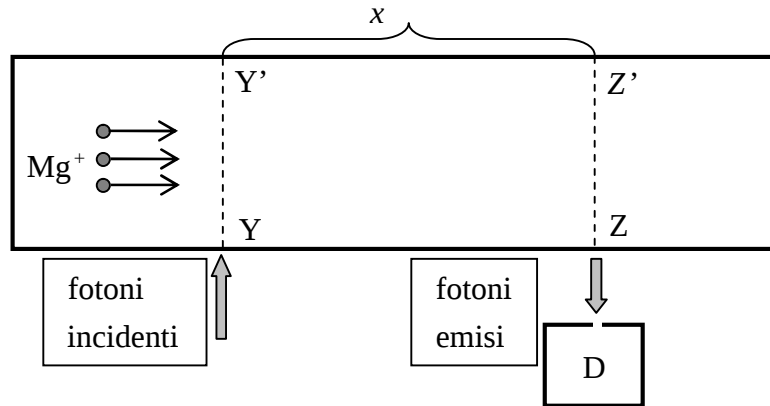


Fig. 2

Lucrarea B

Problema 2. Ioni de magneziu (Mg^+) iradiați

Un fascicol de ioni de Mg^+ , accelerați sub o diferență de potențial $U = 100$ kV, parcurge un tub vidat, așa cum indică figura alăturată. În secțiunea YY' fascicolul de ioni este intersectat de un fascicol de fotoni cu energiile $E_1 = 10$ eV, producându-se excitarea ionilor Mg^+ .



Cu un detector D, prevăzut cu un colimator îngust, se înregistrează numărul de fotoni N_f , cu energiile E_1 , emiși din fascicolul de ioni la distanța x față de secțiunea YY', conform tabelului alăturat.

x (cm)	2	4	6	8	10
$N_f(x)$	905	465	215	108	51

Se știe că:

- dacă N_0 este numărul inițial al ionilor de Mg^+ excitați, atunci, după un timp t numărul ionilor existenți încă în stare excitată este dat de expresia: $N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$, unde τ este timpul mediu de viață al unui ion în stare excitată;

- numărul fotonilor emiși de fascicolul de ioni în secțiunea ZZ', la distanța x față de secțiunea YY', este dat de expresia: $N_f(x) = K \frac{N(t)}{\tau}$, unde K este o constantă de proporționalitate.

Cerințe

- Să se determine timpul mediu de viață al stării excitate, de energie E_1 , al ionului de Mg^+ .
- Să se determine valoarea constantei de proporționalitate K , știind că $N_0 = 10^{20}$.
- Dacă în secțiunea YY' fascicolul de ioni de Mg^+ este iradiat cu fotoni de energie $E_2 = 11,6 \text{ eV}$, se constată că distanța de-a lungul căreia numărul de fotoni cu energia E_2 , emiși din fascicol scade la jumătate, este de $n = 7$ ori mai mică decât în cazul anterior. Să se determine timpul mediu de viață al stării de excitație E_2 , pentru ionul de Mg^+ .

Se dau: $A_{Mg} = 24$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Se știe că: $\ln 1890 = 7,544$.

**Lucrare propusă de prof. dr. Mihail Sandu
G.Ș.E.A.S. Călimănești**



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN - ILFOV
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Ediția a 48-a; 1 – 6 aprilie 2012
PROBA PRACTICĂ

XII
B

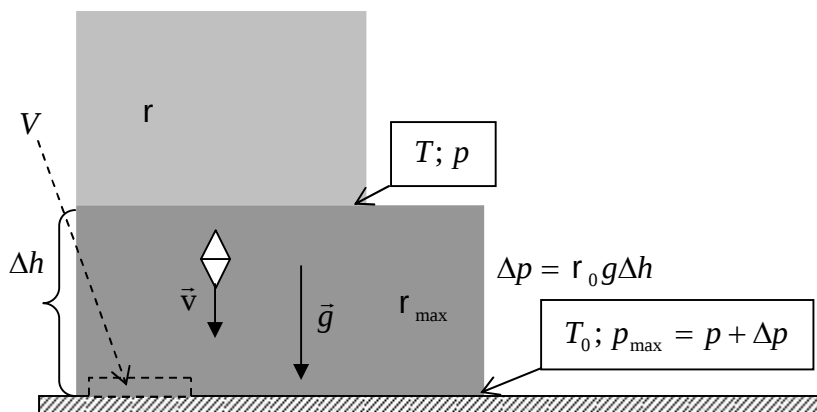
Lucrarea B

Problema 1 – Rezolvare – Barem de notare – 5,00 puncte

a) 1,50 puncte

Presiunea și densitatea atmosferei planetei cresc atunci când altitudinea scade. Presiunea exercitată de atmosferă pe suprafața planetei este $p_{\max}$.

În figura alăturată este reprezentată o porțiune din pătura gazoasă foarte subțire, cu grosimea Δh , de la baza atmosferei planetei P_1 , paralelă cu suprafața orizontală a planetei, acolo unde densitatea gazului atmosferic se poate considera constantă, $r_{\max}$. În interiorul acestei pături, atât presiunea atmosferică, cât și temperatura sunt variabile. La baza ei, acolo unde presiunea este $p_{\max}$, temperatura gazului este T_0 .



În aceste condiții se poate scrie că:

$$p_{\max} = p + \Delta p;$$

$$\Delta p = r_{\max} g_0 \Delta h,$$

unde Δp este variația presiunii atmosferice datorată ultimei variații, Δh , a altitudinii, iar g_0 este accelerația gravitațională în apropierea suprafeței planetei P_1 ;

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{r_{\max} g_0}.$$

În aceeași figură este reprezentată și pătura gazoasă imediat superioară, acolo unde densitatea se poate considera constantă, r . La baza ei, presiunea atmosferică este p , iar temperatura este T .

Pentru un volum oarecare de gaz, V , de la baza păturii inferioare, în interiorul căruia se află ν moli de gaz, unde se poate considera că atât presiunea, $p_{\max}$, cât și temperatura, T_0 , sunt constante, în acord cu legea Mendeleev – Klaperyon, rezultă:

$$p_{\max} V = \nu R T_0 = \frac{m}{M} R T_0;$$

$$p_{\max} m = \frac{m}{V} RT_0 = r_{\max} RT_0;$$

$$r_{\max} = \frac{p_{\max} m}{RT_0}.$$

Pe ultimul sector al traseului său, înainte de atingerea suprafeței planetei P_1 , radiosonda se deplasează uniform pe distanța Δh din imediata apropiere a suprafeței planetei P_1 , cu viteza $\bar{v}$, în intervalul de timp Δt , astfel încât:

$$\Delta h = v \Delta t;$$

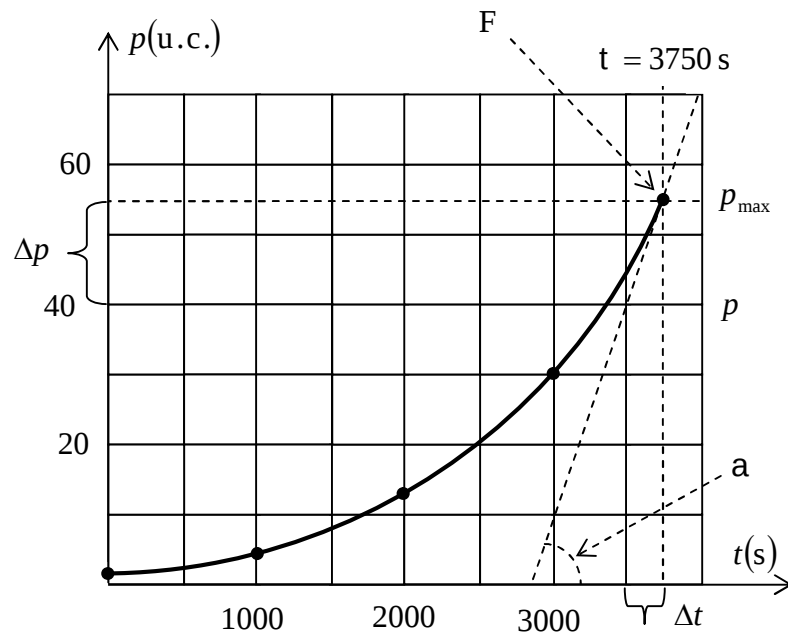
$$\Delta h = \frac{\Delta p}{r_{\max} g_0}; r_{\max} = \frac{p_{\max} m}{RT_0};$$

$$\frac{\Delta p}{r_{\max} g_0} = v \Delta t; v = \frac{\Delta p}{r_{\max} g_0 \Delta t}; v = \frac{\Delta p}{\frac{p_{\max} m}{RT_0} g_0 \Delta t};$$

$$v = \frac{RT_0 \Delta p}{g_0 m p_{\max} \Delta t},$$

unde, în acord cu figura alăturată, corespunzător punctului final al graficului, F, ale cărui coordonate sunt $(t; p_{\max})$, tangenta trigonometrică a unghiului a dintre tangenta geometrică la grafic și axa t este:

$$\tan a = \frac{\Delta p}{\Delta t}.$$



Deoarece în expresia:

$$v = \frac{RT_0 \Delta p}{g_0 m p_{\max} \Delta t},$$

intervine raportul $\frac{\Delta p}{p_{\max}}$, nu sunt importante unitățile de măsură folosite în grafic pe axa p , acolo unde ele au fost considerate “unități convenționale”. Determinând din grafic:

$$\frac{\Delta p}{p_{\max} \Delta t},$$

rezultă:

$$v = \frac{\Delta p}{p_{\max} \Delta t} \frac{RT_0}{g_0 m};$$

$\frac{\Delta p}{p_{\max} \Delta t}$	$\frac{15 \text{ u.c.}}{55 \text{ u.c.} \cdot 250 \text{ s}} = \frac{3}{2750} \frac{1}{\text{s}}$	$\frac{45 \text{ u.c.}}{55 \text{ u.c.} \cdot 750 \text{ s}} = \frac{3}{2750} \frac{1}{\text{s}}$
--------------------------------------	---	---

$$v = \frac{3}{2750} \frac{1}{\text{s}} \frac{8,3 \frac{\text{J}}{\text{molK}} 700 \text{ K}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} 44 \frac{10^{-3} \text{ kg}}{\text{mol}}} = 14,4 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$H_0 = vt; t = 3.750 \text{ s};$$

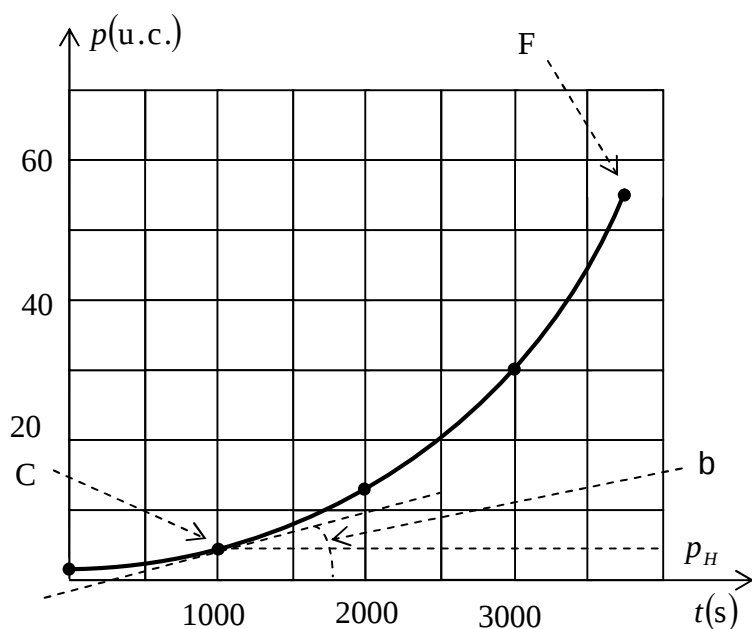
$$H_0 = 54.000 \text{ m} = 54 \text{ km}.$$

b) 1,50 puncte

Coborând de la altitudinea inițială, $h_0 = 54 \text{ km}$, cu viteza $v = 14,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, radiosonda a ajuns la altitudinea $h = 39,6 \text{ km}$, durata parcurgerii distanței $h_0 - h = 14,4 \text{ km}$, fiind:

$$t = \frac{h_0 - h}{v} = \frac{14400 \text{ m}}{14,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1000 \text{ s}.$$

Graficul din figura alăturată permite să notăm că, după cele 1000 s de coborâre a radiosondei, la altitudinea $h = 39,6 \text{ km}$, presiunea atmosferică este $p_h = 4 \text{ u.c.}$, coordonate care corespund punctului curent C de pe grafic.



În aceste condiții, corespunzător punctului C de pe grafic, calculăm:

$$\tan b = \left(\frac{\Delta p}{\Delta t} \right)_C ;$$

$$\left(\frac{\Delta p}{p \Delta t} \right)_C = \frac{1}{p_h} \left(\frac{\Delta p}{\Delta t} \right)_C = \frac{1}{4 \text{ u.c.}} \frac{3 \text{ u.c.}}{500 \text{ s}} = \frac{3}{2000} \frac{1}{\text{s}} ;$$

$$\left(\frac{\Delta p}{p \Delta t} \right)_C = p_h \left(\frac{\Delta t}{\Delta p} \right)_C = 4 \text{ u.c.} \cdot \frac{500 \text{ s}}{3 \text{ u.c.}} = \frac{2000}{3} \text{ s} ;$$

$$v = \left(\frac{\Delta p}{p \Delta t} \right)_C \frac{R T_h}{g_0 \text{ m}} ;$$

$$v = \frac{1}{p_h} \left(\frac{\Delta p}{\Delta t} \right)_C \frac{R T_h}{g_0 \text{ m}} ;$$

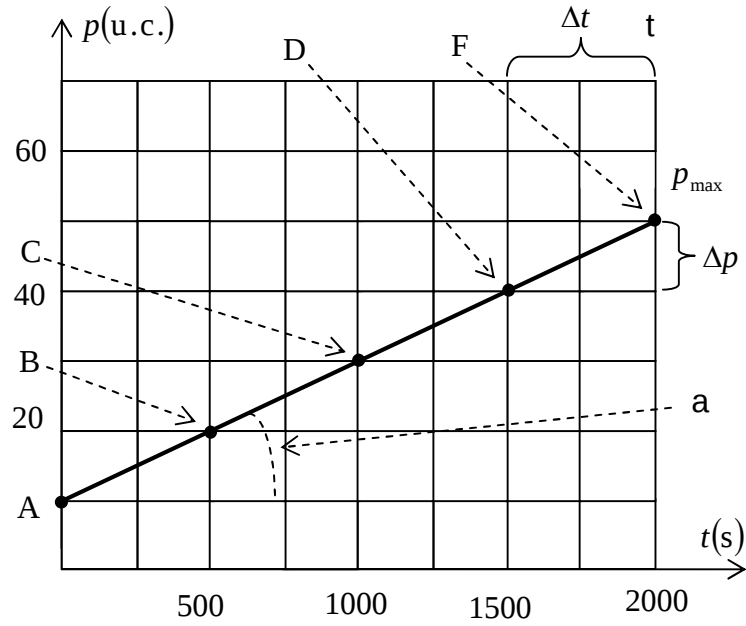
$$T_h = \frac{v g_0 \text{ m}}{\frac{1}{p_h} \left(\frac{\Delta p}{\Delta t} \right)_C R} ; T_h = p_h \left(\frac{\Delta t}{\Delta p} \right)_C \frac{v g_0 \text{ m}}{R} ;$$

$$T_h = \frac{2000}{3} \text{ s} \frac{14,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} 44 \frac{10^{-3} \text{ kg}}{\text{mol}}}{8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} ;$$

$$T_h = 508,9 \text{ K} .$$

c) 1,50 puncte

În acord cu cele demonstrate în varianta anterioară, corespunzător punctelor F, D, C, B și A de pe graficul prezentat în figura alăturată, rezultă:



$$v = \frac{\Delta p}{p_{\max} \Delta t} \frac{RT_0}{g_0 m};$$

$$v = \frac{10 \text{ u.c.}}{50 \text{ u.c.} \cdot 500 \text{ s}} \frac{8,3 \frac{\text{J}}{\text{molK}} 750 \text{ K}}{8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} 44 \frac{10^{-3} \text{ kg}}{\text{mol}}} \approx 7 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$h_0 = v t = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}} 2000 \text{ s} = 14.000 \text{ m} = 14 \text{ km};$$

$$h_F = 0;$$

$$F(p = 50 \text{ u.c.}; h = 0 \text{ km}; T = 750 \text{ K});$$

$$T_D = p_D \left(\frac{\Delta t}{\Delta p} \right)_D \frac{v g_0 m}{R} = 593,7 \text{ K};$$

$$h_D = h_0 - 7 \frac{\text{m}}{\text{s}} 1500 \text{ s} = 14 \text{ km} - 10.500 \text{ m} = 3,5 \text{ km};$$

$$D(p = 40 \text{ u.c.}; h = 3,5 \text{ km}; T = 593,7 \text{ K});$$

$$T_C = p_C \left(\frac{\Delta t}{\Delta p} \right)_C \frac{v g_0 m}{R} = 445,3 \text{ K};$$

$$h_C = h_0 - 7 \frac{\text{m}}{\text{s}} 1000 \text{ s} = 14 \text{ km} - 7.000 \text{ m} = 7 \text{ km};$$

$$C(p = 30 \text{ u.c.}; h = 7 \text{ km}; T = 445,3 \text{ K});$$

$$T_B = p_B \left(\frac{\Delta t}{\Delta p} \right)_B \frac{v g_0 m}{R} = 296,8 \text{ K};$$

$$h_B = h_0 - 7 \frac{\text{m}}{\text{s}} 500 \text{ s} = 14 \text{ km} - 3.500 \text{ m} = 10,5 \text{ km};$$

$$B(p = 20 \text{ u.c.}; h = 10,5 \text{ km}; T = 296,8 \text{ K});$$

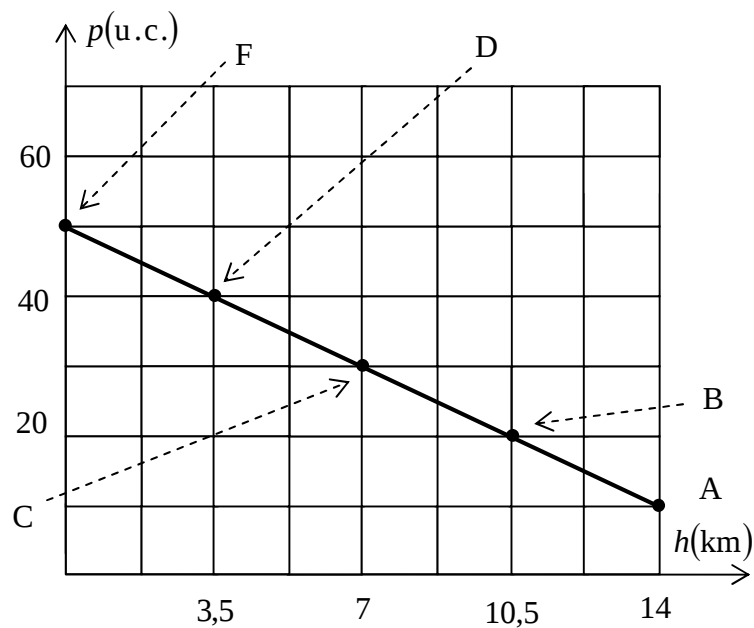
$$T_A = p_A \left(\frac{\Delta t}{\Delta p} \right)_A \frac{v g_0 m}{R} = 148,4 \text{ K};$$

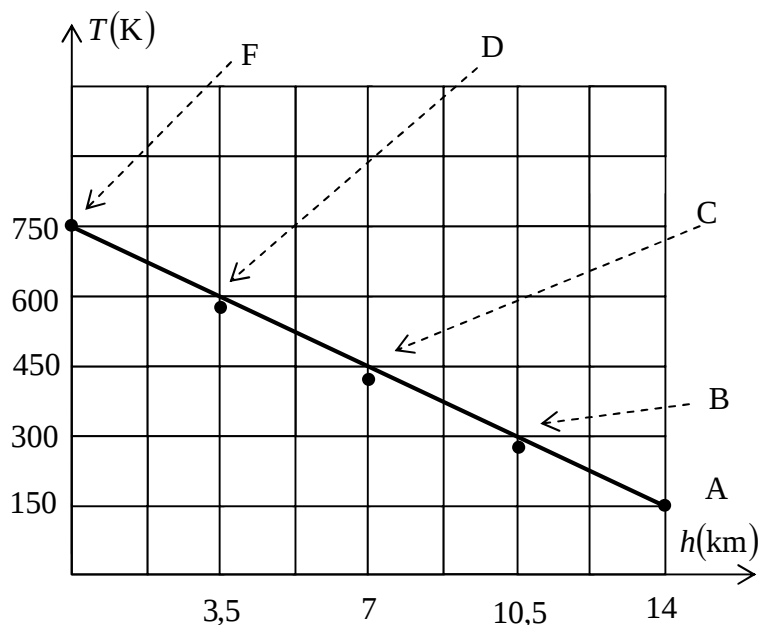
$$h_A = 14 \text{ km};$$

$$A(p = 10 \text{ u.c.}; h = 14 \text{ km}; T = 148,4 \text{ K}).$$

Utilizând datele din tabelul alăturat, graficele dependențelor $p = f(h)$ și $T = f(h)$ pentru planeta P_2 sunt cele reprezentate în desenele alăturate.

t	0	500 s	1000 s	1500 s	2000 s
p	10 u.c.	20 u.c.	30 u.c.	40 u.c.	50 u.c.
h	14 km	10,5 km	7 km	3,5 km	0
T	148,4 K	296,8 K	445,3 K	593,3 K	750 K





Oficiu0,50 puncte

Lucrarea B

Problema 2 – Rezolvare – Barem de notare – 5,00 puncte

a) 1,50 puncte

Viteza unui ion de Mg^+ accelerat sub tensiunea U , se calculează din:

$$\frac{mv^2}{2} = eU,$$

unde m este masa ionului de Mg^+ ;

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \sqrt{\frac{2eU}{A_{Mg}u}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^5 \text{ V}}{24 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = 8,93 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Dacă N_0 este numărul ionilor de Mg^+ , aflați în stare excitată la momentul inițial, atunci numărul ionilor existenți încă în stare excitată după timpul t este dat de expresia:

$$N(t) = N_0 e^{-t/t_1},$$

unde t_1 este timpul mediu de viață al stării excitate cu energia E_1 .

Numărul fotonilor cu energia E_1 emiși de fascicolul de ioni în secțiunea ZZ' , la distanța x față de secțiunea YY' , este:

$$N_f(x) = K \frac{N(t)}{t_1} = K \frac{N_0}{t_1} e^{-x/vt_1}.$$

Rezultă:

$$\ln N_f(x) = \ln \left(K \frac{N_0}{t_1} \right) - \frac{x}{vt_1};$$

$$\ln N_f(x) = y;$$

$$-\frac{1}{vt_1} = a;$$

$$\ln \left(K \frac{N_0}{t_1} \right) = b;$$

$$y = ax + b,$$

unde coeficienții a și b se determină fie prin metoda celor mai mici pătrate, fie din graficul dependenței $y = f(x)$, adică din graficul dependenței $\ln N_f(x) = f(x)$.

Utilizând metoda celor mai mici pătrate, precum și informațiile din tabelul alăturat, rezultă:

x (cm)	2	4	6	8	10
$N_f(x)$	905	465	215	108	51
$\ln N_f(x)$	6,80	6,14	5,37	4,68	3,93

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{\left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2};$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i}{\left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2},$$

unde $n = 5$;

$$\sum_{i=1}^5 x_i = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 30 \text{ cm};$$

$$\sum_{i=1}^5 y_i = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 = 26,92;$$

$$\sum_{i=1}^5 x_i y_i = x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 + x_4 y_4 + x_5 y_5 = 147,12 \text{ cm};$$

$$\left[\sum_{i=1}^5 x_i \right]^2 = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5)^2 = 900 \text{ cm}^2;$$

$$\sum_{i=1}^5 x_i^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 = 220 \text{ cm}^2;$$

$$a = \frac{(30 \text{ cm}) \cdot 26,92 - 5 \cdot 147,12 \text{ cm}}{900 \text{ cm}^2 - 5 \cdot 220 \text{ cm}^2} = \frac{72 \text{ cm}}{-200 \text{ cm}^2} = -0,36 \frac{1}{\text{cm}} = -36 \frac{1}{\text{m}};$$

$$b = \frac{(30 \text{ cm}) \cdot 147,12 \text{ cm} - 220 \text{ cm}^2 \cdot 26,92}{-200 \text{ cm}^2} = \frac{1508,8}{200} = 7,544;$$

$$-\frac{1}{vt_1} = a; a = -36 \frac{1}{m};$$

$$t_1 \approx 3 \cdot 10^{-8} \text{ s.}$$

Dacă se utilizează graficul dependenței $\ln N_f = f(x)$, reprezentat în figura alăturată, rezultă:

$$\tan a = -a;$$

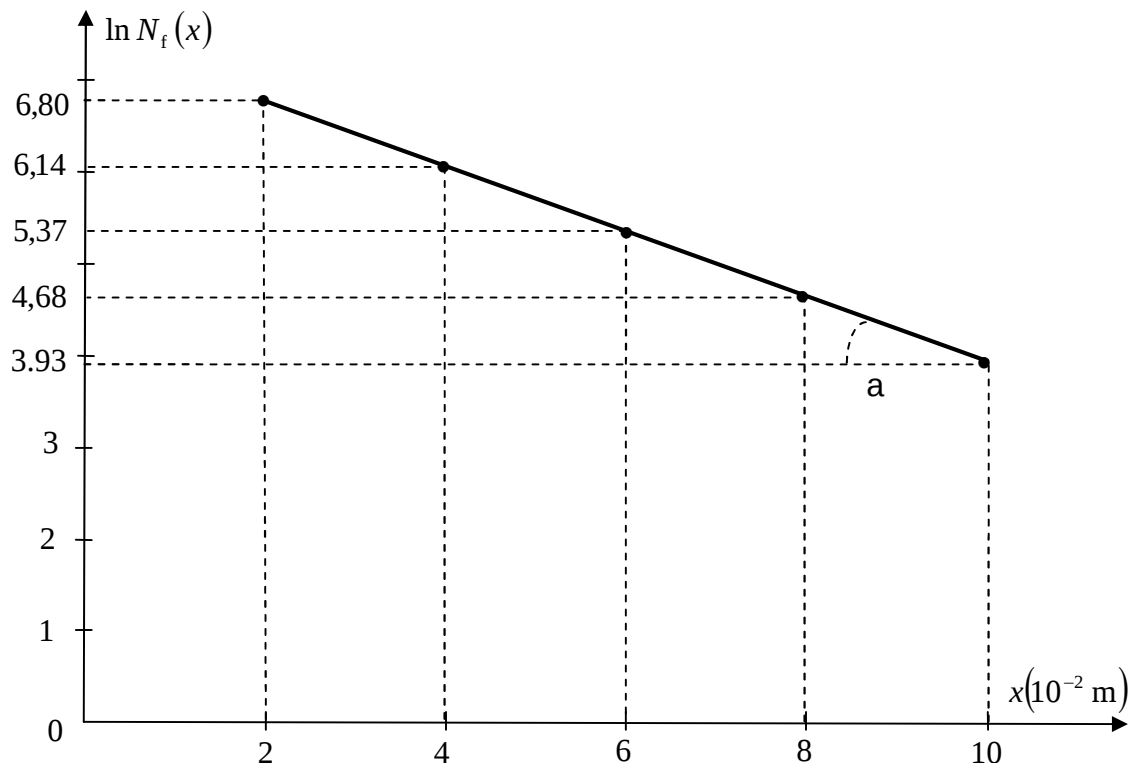
$$\tan a = \frac{\Delta(\ln N_f)}{\Delta x} = \frac{6,80 - 3,93}{8 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = \frac{2,87}{8 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 35,875 \frac{1}{m};$$

$$\frac{1}{vt_1} = \tan a;$$

$$t_1 = \frac{1}{\tan a \cdot v} = \frac{1}{35,875 \frac{1}{m} \cdot 8,93 \cdot 10^5 \frac{m}{s}} = \frac{10^{-5}}{35,875 \cdot 8,93} \text{ s} \approx 3,1 \cdot 10^{-8} \text{ s.}$$

Pentru mai multe determinări se utilizează datele înscrise în tabelul alăturat.

Nr. det.	$\Delta(\ln N_f)$	Δx	$\tan a$	t_1
1	2,87	$8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	35,875	$3,1 \cdot 10^{-8} \text{ s}$
2	2,12	$6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	35,333	$3,2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$
3	1,43	$4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	35,75	$3,1 \cdot 10^{-8} \text{ s}$
4	0,66	$2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	33,00	$3,4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$



b) 1,50 puncte

$$\ln\left(K \frac{N_0}{t_1}\right) = b;$$
$$b = 7,544; \ln\left(K \frac{N_0}{t_1}\right) = 7,544;$$
$$K \frac{N_0}{t_1} = e^{7,544};$$
$$K = \frac{1889,37 t_1}{N_0} = 5,67 \cdot 10^{-25} \text{ s.}$$

c) 1,50 puncte

Când numărul de fotoni cu energia E_1 emiși din fascicolul ionilor de Mg^+ excitați scade la jumătate, înseamnă că numărul ionilor de Mg^+ excitați scade la jumătate, astfel încât, pentru distanța x_1 unde se întâmplă acest fapt, obținem:

$$N(t) = N_0 e^{-t/t_1};$$
$$N(t_1) = \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-t_1/t_1};$$
$$2^{-1} = e^{-t_1/t_1}; \ln 2 = \frac{t_1}{t_1} = \frac{x_1}{t_1 v};$$
$$x_1 = t_1 v \ln 2.$$

Asemănător, atunci când excitarea ionilor de Mg^+ se face cu fotoni având energia E_2 , al căror timp mediu de viață este t_2 , reducerea la jumătate a numărului de fotoni emiși prin dezexcitare se face la distanța:

$$x_2 = t_2 v \ln 2.$$

În aceste condiții, rezultă:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{t_1 v \ln 2}{t_2 v \ln 2} = \frac{t_1}{t_2};$$
$$t_2 = \frac{t_1 x_2}{x_1} = \frac{t_1}{\frac{x_1}{x_2}} = \frac{t_1}{n};$$
$$t_2 \approx 0,42 \cdot 10^{-8} \text{ s.}$$

Oficiu0,50 puncte