

Barem proba experimentală LUCRAREA A

1) Verificarea domeniului de proporționalitate pentru resortul dat și determinarea constantei elastice a resortului;

a) Descrierea procedeului experimental :

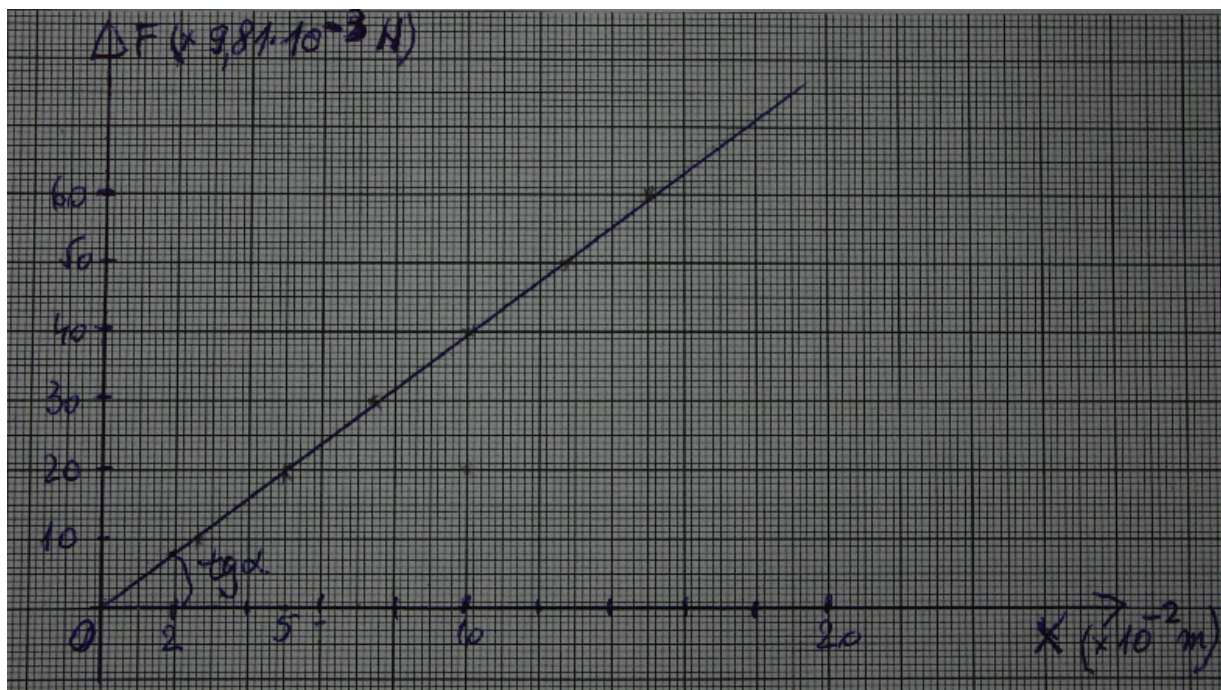
- se fixează CD-ul de cârlig cu bandă adezivă, se suspendă de resort și se măsoară lungimea resortului $l_0 = 13.8 \text{ cm}$;
- se introduc pe cârlig, succesiv, masele crestate măsurând de fiecare dată, la echilibru static, deformarea resortului: $mg = kx$, unde x = alungirea resortului)

b) Completarea tabelului 1

Nr.crt	masa (g)	greutate ($\cdot 10^{-2} \text{ N}$)	lungime resort($\cdot 10^{-2} \text{ m}$)	alungire ($\cdot 10^{-2} \text{ m}$)
1	10	9.81	16.45	2.65
2	20	19.62	18.80	5.00
3	30	29.43	21.35	7.55
4	40	39.24	24.05	10.25
5	50	49.05	26.65	12.85
6	60	58.86	29.10	15.30

..... 1 p

2) Reprezentare grafică a dependenței $F(x)$:



Se constată grafic că deformarea este proporțională cu forța

1p

Notă :

Se consideră corect ☐ i graficul care are ca origine starea resortului liber (cu cârligul nesuspendat)

3) Determinarea constantei elastice a resortului:

k (N/m)	\bar{k} (N/m)
3.7	3.85
3.92	
3.89	
3.82	
3.81	
3.84	

sau se poate determina k din panta dreptei.

..... 0,5p

4) Determinarea perioadei proprii de oscilație a pendulului elastic:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{\text{mediu}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{90 \cdot 10^{-3}}{3.85}} = 0.96s$$

Notă:

În continuare, în studiul mișcării oscilatorii amortizate, se menține masa $m = 90g$

Se consideră corecte ☐ i variantele cu număr de discuri crestate mai mic de 6.

..... 0,5p

5) Determinarea pseudoperioadei T a oscilațiilor amortizate:

N (număr de oscilații complete)	Δt (s)	$\frac{\Delta t}{N}$
5	5,22	1,01
6	6,34	1,00
9	9,78	0,98
12	11,53	0,96
15	14,44	0,96
18	17,22	0,95
20	19,28	0,96
23	22,03	0,96

$$T = \frac{\frac{\Delta t_1}{N_1} + \frac{\Delta t_2}{N_2} + \dots + \frac{\Delta t_n}{N_n}}{n} = 0.97s$$

..... 1p

6) Determinarea decrementului logaritmnic δ , al amortizării prin măsurători

$$\delta = \left| \ln \frac{A_n}{A_{n-1}} \right| = \left| \ln \frac{A_0 e^{-\frac{bnT}{2m}}}{A_0 e^{-\frac{b(n-1)T}{2m}}} \right| = \frac{b}{2m} T$$

Pentru a mări precizia măsurătorilor considerăm raportul:

$$\frac{A_0}{A_n} = \frac{A_0}{A_1} \cdot \frac{A_1}{A_2} \cdot \dots \cdot \frac{A_{n-1}}{A_n} = (e^\delta)^n. \text{ După logaritmare rezulta că: } \delta = \frac{1}{n} \ln \frac{A_0}{A_n}, \text{ unde } A_0 \text{ și}$$

A_n se măsoară experimental iar n este numărul de oscilații complete

Amplitudinea A_0 (cm)	Amplitudinea A_n (cm)	n = numărul de oscilații	δ	$\bar{\delta}$
10	6	10	$0,1 \ln 1,67 = 0.051$	0.052
10	4,2	15	$0,067 \ln 2,38 = 0.058$	
10	3,6	20	$0,05 \ln 2,77 = 0.050$	
10	2,6	25	$0,04 \ln 3,84 = 0.053$	
10	3	25	$0,04 \ln 3,33 = 0.048$	

..... **1.5p**

7) Determinarea constantei de amortizare b

$$b = \frac{2m\delta}{T} = \frac{2 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 0.052}{0.97} = 0.0096 \text{ (kg/s)}$$

..... **0,5p**

8) Determinarea constantei de timp a amortizării, τ :

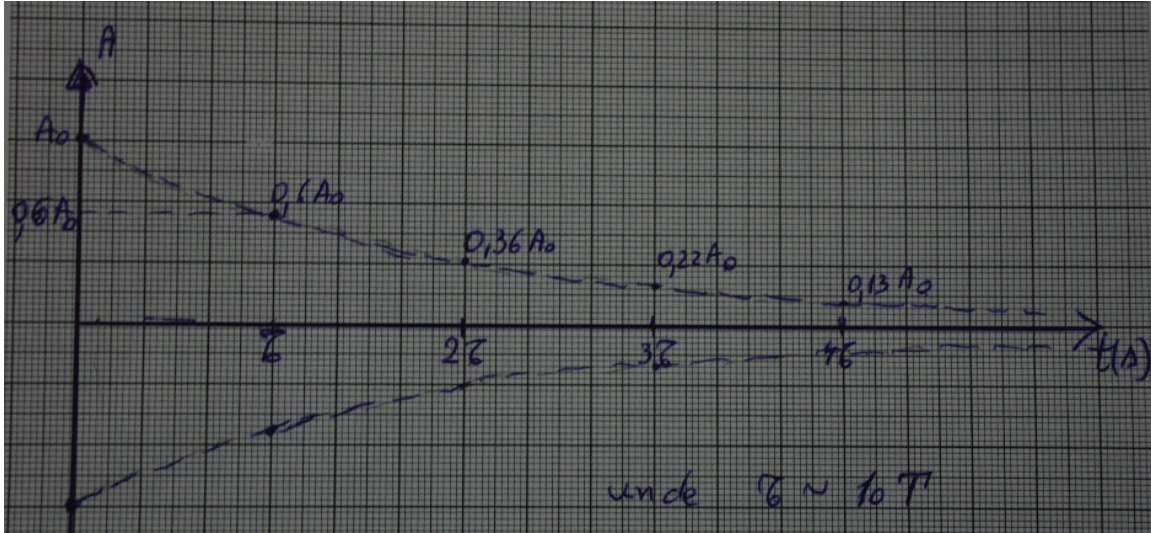
$$\tau = \frac{m}{b} = 9.37 \text{ (s}^{-1}\text{)} \approx 10T$$

..... **0,5p**

9) Graficul amplitudinii în funcție de timp :

$$A = A_0 e^{-\frac{b}{2m}t} = A_0 e^{-\frac{t}{2\tau}}$$

t (s)	0	$\tau=9.37s$	2τ	3τ	4τ
A	A_0	$0.6 A_0$	$0.36 A_0$	$0.66 A_0$	$0.13 A_0$



..... 1p

10) Energia disipată în timpul τ :

$$E(t) = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} k A_0^2 e^{-\frac{t}{\tau}} = E_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$E(\tau) = \frac{1}{e} E_0 = 0,37 E_0$$

..... 1p

11) Clasificarea tipului de amortizare:

Dupa valoarea raportului $\frac{b}{2m}$ oscilațiile amortizate se împart în:

a) oscilații slab amortizate: $\frac{b}{2m} \ll \omega_0$

b) oscilații puternic amortizate: $\frac{b}{2m} \gg \omega_0$

Dar $\frac{b}{2m} = 0.053 s^{-1} \ll \omega_0 = 6,54 s^{-1}$ rezultă oscilații slab amortizate.

.....0,5p

Oficiu.....1p

total..... 10p

Prof. Arion Costel, CT Marină C-ța și prof. Maga Cristinel LT "Ovidius" C-ța

Barem pentru proba experimentală B

I.

1) Determinarea lungimii de unda cu rețeaua de difracție cu 120 trăsături/mm

a) Descrierea procedurii experimentale și precizarea observațiilor experimentale

Raza laser trece prin rețeaua și formează maxime pe ecran, a căror poziție se măsoară. Se măsoară distanța dintre rețeaua și ecran. $D=1\text{m}$, $x_1=7.8\text{cm}$

b) Stabilirea formulei de calcul a lungimii de undă

$$\lambda_k = \frac{l \sin \theta_k}{k} \text{ și } \sin \theta_k \approx \tan \theta_k = \frac{x_k}{D}, \text{ rezultă } \lambda_k = \frac{l x_k}{k D} \text{ unde } k=1,2 \text{ calculul constantei rețelei } l =$$

$$l/n = \frac{10^{-3}}{120} \text{ m.}$$

Rezulta $\lambda = 650\text{nm}$.

.....1,5p

2) Determinarea constantei rețelei de difracție necunoscută:

a) Descrierea metodei experimentale și precizarea observațiilor experimentale

Raza laser trece prin rețeaua și formează maxime pe ecran, a căror poziție se măsoară, precum și distanța dintre rețeaua și ecran.

c) Stabilirea formulei de calculul a constantei rețelei $l = \frac{k \lambda D}{x_k}$ și completarea tabelului I.2

D	λ	k	x_k	l_k
1m	650nm	1	3.8cm	1.71 μm
1m	650nm	2	7.6cm	1.71 μm

..... 1p

3) Măsurarea distanței dintre șanțurile CD-ului

a) Procedura experimentală

Se plasează CD-ul cu o porțiune transparentă în fața laserului și se obțin maximele de lumină pe ecran. Se măsoară maximul de ordinul I și distanța dintre CD și ecran

b) Calculul distanței dintre șanțurile CD-ului

$$\sin \theta_1 = \frac{x_1}{r_1} \text{ și } l = \frac{\lambda r_1}{x_1} = \frac{650 \cdot 10^{-9} \sqrt{11^2 + 4.9^2} \cdot 10^{-2}}{4.9 \cdot 10^{-2}} = \frac{1}{625} \text{ mm} = 1.597 \mu\text{m}$$

.....1p

II.1) Determinarea grosimii fantei folosind graficele experimentale date

În cazul primului grafic: $N=1$ și intensitatea luminoasă a luminii difractate devine:

$$I(\theta; b) = I_0 \left(\frac{\sin \left(\frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \right)}{\frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}} \right)^2 = I_0 \left(\frac{\sin \varphi}{\varphi} \right)^2 \text{ unde } \varphi = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \quad (1)$$

Funcția (1) are minime în $\sin \theta = \frac{p \lambda}{b}$ unde $p=\pm 1,2,\dots$ adică minime de tipul $\sin \theta = \pm \frac{\lambda}{b}; \pm \frac{2\lambda}{b}; \dots$

(2)

Dar $D=1500\text{mm} \gg x$, atunci $\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{x}{D}$ și din (2) rezultă: $b = p \cdot \frac{D \cdot \lambda}{x}$ (3)

unde $p=1,2,3$
Din graficul a) se obțin valorile:

Tabelul II.1

x(mm)	p	D=1500mm	$\lambda=0,00065\text{mm}$	b(mm)	$b_{\text{mediu}}(\text{mm})$
3,9	1			0,25	0,2507
7,8	2			0,25	
11,6	3			0,252	

..... 1.5p

2) Determinarea teoretică și experimentală a unor rapoarte de intensități luminoase

Din (1) se obțin, teoretic, maximele pentru $\varphi = \frac{\pi b \sin\theta}{\lambda} = 0, \pm \frac{3\pi}{2}, \pm \frac{5\pi}{2}, \dots$

Tabelul II.2

k	φ	$I_{M,k}$	I_k/I_0
0	0	I_0	1
1	$3\pi/2$	$\frac{4I_0}{9\pi^2} = 0,045I_0$	0,045
2	$5\pi/2$	$\frac{4I_0}{25\pi^2} = 0,0162$	0,0162

Din grafic se obțin următoarele date experimentale:

Tabelul II.3

$I_0(\text{u.a})$	$I_1(\text{u.a})$	$I_2(\text{u.a})$	I_1/I_0	I_2/I_0
94,7	4,28	1,56	0,04519	0,0164

Aceste rezultate verifică valorile prevăzute teoretic în tabelul II.2

.....1p

3) Determinarea distanței l dintre două fante cu ajutorul graficului experimental din fig.b

Având două fante relația dată de enunț pentru intensitatea luminii difractate devine:

$$I(\theta, b, l) = 4I_0 \left(\cos^2 \frac{\pi \cdot l \cdot \sin\theta}{\lambda} \right) \cdot \frac{\sin^2 \frac{\pi \cdot b \cdot \sin\theta}{\lambda}}{\left(\frac{\pi \cdot b \cdot \sin\theta}{\lambda} \right)^2} \quad (4)$$

unde primul factor ($\cos^2 \dots$) este factorul de *interferență* iar fracția a doua este factorul de *difracție*
Se observă că maximele de interferență se obțin din condiția $l \cdot \sin\theta = k \cdot \lambda$, iar minimele de difracție sunt date de condiția $b \cdot \sin\theta = p \cdot \lambda$, k și p fiind numere întregi
În același timp se constată că maximele de interferență nu mai sunt la fel de puternice ca în cazul interferenței pure, fără difracție, (când în relația (4) $b \rightarrow 0$, adică fante de grosime zero).

Și aici $\sin\theta \approx \tan\theta = x/D$ de unde $l = \frac{kD\lambda}{x_k}$, $k=1,2,3,4,5\dots$ (5)

Tabelul II.4

k	$x_k(\text{mm})$	$l(\text{mm})$	$l_{\text{mediu}}(\text{mm})$
1	1	0,975	0,950
2	2,05	0,951	
3	3,1	0,9435	
4	5,2	0,938	
5	6,2	0,9435	

.....1p

4) Analiza graficului din figura b)

Principala problema este determinarea raportului l/b .

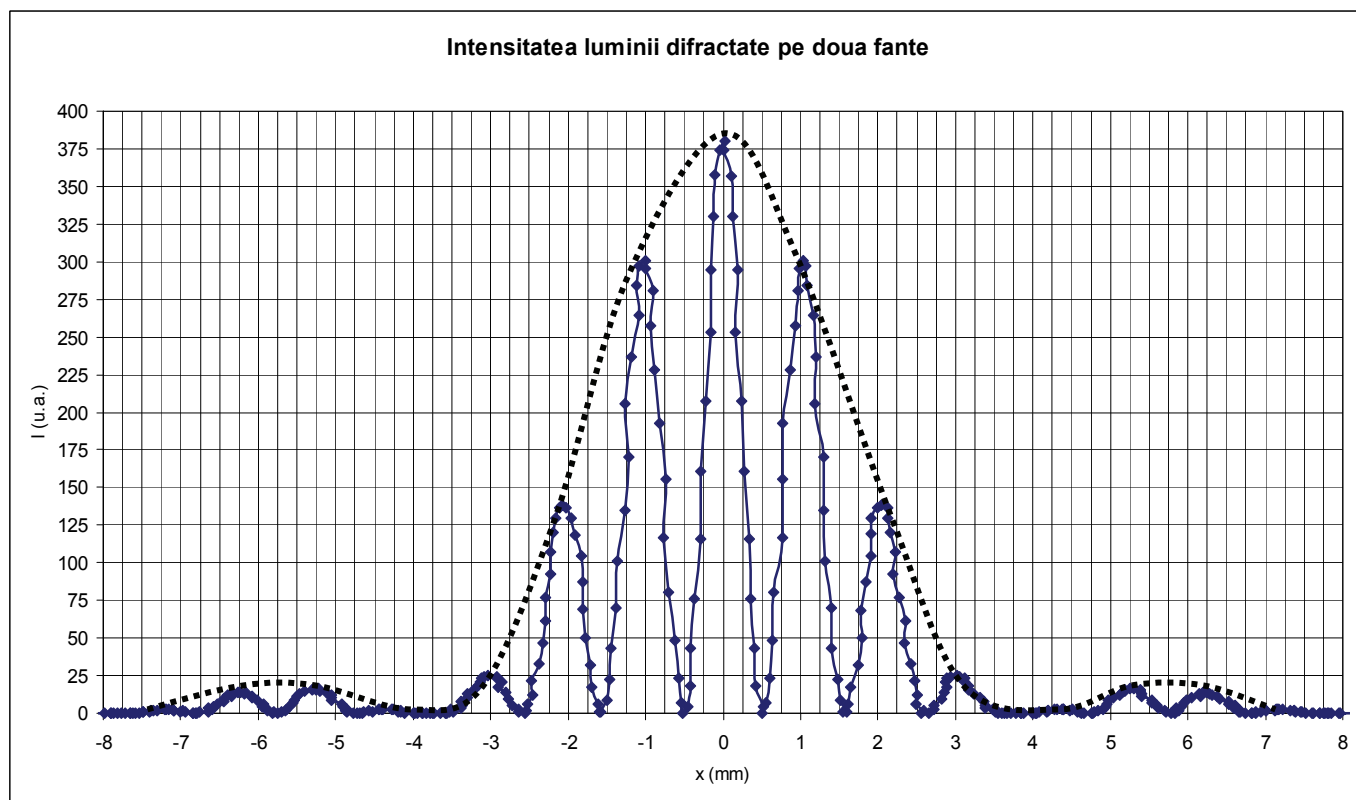
Într-adevăr, în expresia intensității luminii,(1), o funcție de tipul $f(x) = \frac{\sin^2 x}{x^2}$ care modulează

amplitudinile maximelor de interferență. Această funcție are minime în $\sin \theta = \frac{p\lambda}{b}$, unde $p = \pm 1, 2, \dots$

adică minime de tipul $\pm \frac{\lambda}{b}; \pm \frac{2\lambda}{b}; \dots$ plasate pe ecran în punctele stabilite anterior cu figura a).

Sub cupola centrală de difracție, linia punctată, se obțin șapte maxime de interferență, deoarece pentru $k=0; \pm 1; \pm 2; \pm 3$ (adică șapte ordine de interferență) $\frac{k_{\text{max}} \lambda}{l} < \frac{\lambda}{b}$ sau $\frac{l}{b} > 3$ ceea ce se verifică

experimental. Într-adevăr din tabelele 1 și 4 se obține $\frac{l}{b} = \frac{0,95}{0,25} = 3,8 > 3$.



..... 1p

5)Determinarea teoretică și experimentală a rapoartelor: I_1/I_0 ; I_2/I_0 ; I_3/I_0 unde I_k reprezintă maximele de interferență de ordin 0,1,2 respectiv, 3

Din relația (4) se obține pentru:

a) $\varphi = \frac{\pi l \sin \theta}{\lambda} = k\pi = 0$ în $k=0$ și $\frac{\sin^2 x}{x^2} \rightarrow 1$ când $x \rightarrow 0$ $I_{\max 0}=4I_0$

b) $\varphi = \frac{\pi l \sin \theta}{\lambda} = \pi$ și $x_1 = \frac{\pi b}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{l} = \frac{\pi b}{l}$ rezultă $I_{\max 1}=4I_0 \left(\frac{\sin \frac{\pi b}{l}}{\frac{\pi b}{l}} \right)^2 = 4I_0 \left(\frac{\sin 0,263 \cdot \pi}{0,263 \cdot \pi} \right)^2$ de

unde $\frac{I_{\max 1}}{I_{\max 0}} = 0,79$

c) $\varphi = \frac{\pi l \sin \theta}{\lambda} = 2\pi$ și $x_2=2x_1$ rezultă $I_{\max 2}=4I_0 \left(\frac{\sin 2 \cdot 0,263 \cdot \pi}{2 \cdot 0,263 \cdot \pi} \right)^2$ de unde

$\frac{I_{\max 2}}{I_{\max 0}} = 0,361$

d) $\varphi = \frac{\pi l \sin \theta}{\lambda} = 3\pi$ și $x_3=3x_1$ rezultă $\frac{I_{\max 3}}{I_{\max 0}} = 0,06$

experimental direct din grafic se obțin valorile:

Tabelul II.5

$I_{\max 1}/I_{\max 0}$	$I_{\max 2}/I_{\max 0}$	$I_{\max 3}/I_{\max 0}$
0,792	0,358	0,06

Se obțin rezultate experimentale în concordanță cu cele teoretice. **1p**

Oficiu...**1p**

Total.....**10p**

Prof. Ariton Costel, CT Marină C-ța si Prof. Maga Cristinel LT "Ovidius" C-ța