

Olimpiada Națională de Fizică
6-11.04.2014 Cluj-Napoca
Proba practică
Barem

clasa a
XII^a

subiectul A		punctaj
1.a)	- Indicarea modului de lucru: - se măsoară dimensiunile interne (L_1, L_2) ale cuvei (se pot obține rezultate între 7,3 cm și 7,5 cm) - se calculează grosimea stratului de lichid în cuvă, pentru diferite volume V (probabil multiplii de 10ml), cu relația: $d_i = \frac{V_i}{L_1 \cdot L_2}$, - se măsoară I_0 pentru diferite grosimi ale stratului de apă (se obține aproximativ aceeași valoare) - se măsoară I pentru aceleași grosimi ale stratului de soluție 1, - se calculează absorbanta soluției: $A = \ln \frac{I_0}{I}$	0,5
	Datele experimentale indicate mai sus (măsurate/determinate corect) se trec în tabel ($d; I_0; I; A$)	0,5
	Reprezentarea grafică $A=f(d)$ -dreaptă care trece prin originea sistemului de axe	0,5
	Surse de erori (minim 3)	0,5
1.b)	Din relația de dependență liniară a absorbantei în funcție de grosimea probei: $A=\mu \cdot d$, se obține: $\mu = \frac{\ln \frac{I_0}{I}}{d}$	0,25
	Semnificația fizică a coeficientului de absorbție μ: inversul grosimii probei pentru care intensitatea luminii la ieșirea din probă este de e ori mai mică decât intensitatea luminii incidente pe probă.	0,25
1.c)	- Din grafic: $\mu = \tan \alpha = \frac{\Delta A}{\Delta d} \cong 14,73 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ sau: - Din prelucrarea datelor experimentale: -se completează tabelul anterior cu încă 4 coloane: $(\mu; \bar{\mu}; \Delta\mu; \sigma)$, unde: σ = abaterea pătratică medie, pentru N măsurători $\left(\sigma = \sqrt{\frac{1}{N \cdot (N-1)} \cdot \sum_{i=1}^N (\bar{\mu} - \mu_i)^2} \right)$ -se obține: $\mu \cong 14,76 \pm 0,03 \text{ (m}^{-1}\text{)}$	0,5
2.a)	- Indicarea modului de lucru: - pentru aceeași grosime a stratului de lichid, se măsoară intensitatea curentului electric generat de fotocelulă, pe rând pentru: apă (I_0),	0,5

- Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 1 (punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora

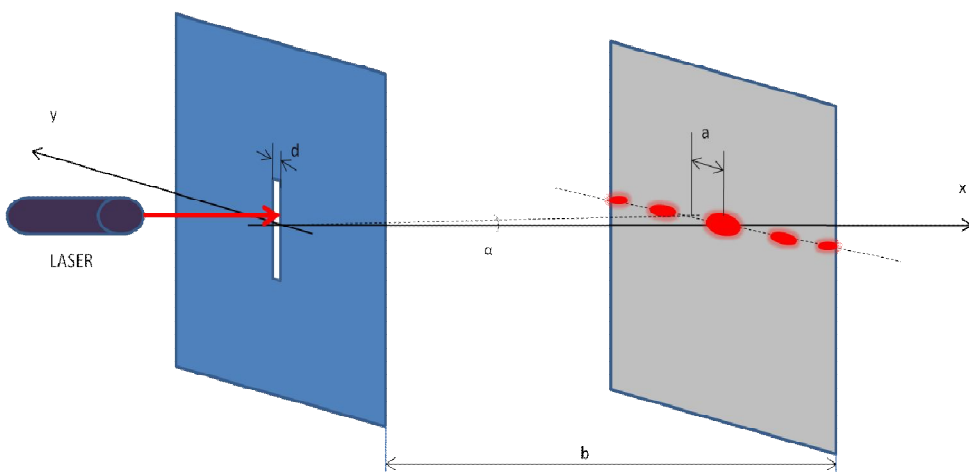
	soluția 1, iar apoi pentru încă cel puțin 3 soluții de concentrații diferite		
	• Datele experimentale (măsurate/determinate corect) se trec în tabel ($c; I_0; I; A$)		0,5
	• Reprezentarea grafică $A=f(c)$ -dreaptă care trece prin origine; I_0 considerat pentru soluție cu concentrația egală cu zero (apă)		0,5
	• surse de erori (minim 3, din care cel puțin una diferită de cele de la punctul precedent)		0,5
2.b)	• relația de dependență liniară a absorbantei de concentrația probei: $A = \text{const} \cdot c$		0,25
3.	• Din: $\ln \frac{I_0}{I} = k \cdot d \cdot c$, obținem: $I = I_0 \cdot e^{-kcd}$, unde: $k = \text{const.}$ - k este o constantă caracteristică fiecărei substanțe și depinde de lungimea de undă a radiației folosite.		0,5 0,5
4.a)	$I = \frac{I_0}{2}$, $\mu = k \cdot c$ -din legea absorbției: $d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$		0,25 0,25
4.b)	• $d_{1/2} \cong 4,7 \text{ cm}$		0,25
4.c)	• Din legea absorbției, sau din grafic: $c_x = c \cdot \frac{A_x}{A}$ • $c_x \cong (5 + 0,15) \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$		0,5 0,5
5.	• Importanța filtrului: absorbanta unei soluții depinde de lungimea de undă a radiației utilizate • Alegerea filtrului: în domeniul spectral îngust în care filtrul transmite, absorbanta soluției trebuie să fie maximă (o soluție de culoare albastră absoarbe în domeniul culorii roșii, iar filtru roșu transmite lumina roșie)		0,5 0,5
din oficiu			1 punct
total			10 puncte

Subiect propus de:

Prof. univ. dr. Simion Aștilean, Universitatea “Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca
Prof. Felicia Vălean, Liceul de Informatică “Tiberiu Popoviciu” Cluj-Napoca
Prof. dr. Dumitru Georgescu, Colegiul Național “Mihai Viteazul” Turda

1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
4. Fiecare subiect se punctează de la (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora

Barem proba experimentală B

1	Descrierea procedurii experimentale.  Fig. 1 Reprezentarea difracției pe o fantă dreptunghiulară îngustă Din condiția de minim pentru $I(\alpha)$, deducem că: $d \cdot \sin \alpha = n\lambda$, unde $n = \pm 1, \pm 2$, corespunzător minimelor de ordinul I, ordinul al II-lea etc. Deoarece $a \ll b$, unde a este distanța de la maximul central la minimul de ordinul I, iar b este distanța fantă-ecran, putem aproxima $\sin \alpha \cong \tan \alpha = a/b$. Vom avea: $d = \frac{nb\lambda}{a}$ Completăm tabelul 1, corespunzător minimelor de ordinul I, II și III. Tabelul 1. Determinarea lărgimii fantei din condiția de minim de difracție <table><tr><th>n</th><th>a (mm)</th><th>λ (nm)</th><th>b (mm)</th><th>d (mm)</th><th>$\bar{d}$ (mm)</th></tr><tr><td>1</td><td>4,25</td><td rowspan="3">635</td><td rowspan="3">1200</td><td>0,179</td><td rowspan="3">0,183</td></tr><tr><td>2</td><td>8,25</td><td>0,184</td></tr><tr><td>3</td><td>12,25</td><td>0,187</td></tr></table>	n	a (mm)	λ (nm)	b (mm)	d (mm)	$\bar{d}$ (mm)	1	4,25	635	1200	0,179	0,183	2	8,25	0,184	3	12,25	0,187	0,25p
n	a (mm)	λ (nm)	b (mm)	d (mm)	$\bar{d}$ (mm)															
1	4,25	635	1200	0,179	0,183															
2	8,25			0,184																
3	12,25			0,187																
2.a	Din punct de vedere teoretic, determinarea maximelor secundare presupune rezolvarea ecuației transcendente $\tan \varphi = \varphi$, ale cărei soluții pot fi găsite pe cale grafică sau numeric. Experimental, poziția unui maxim poate fi obținută prin încadrarea acestuia între minimele ccorespunzătoare. Utilizând expresia lui $I(\alpha)$, corespunzător celor două distanțe, se calculează intensitățile maximelor central, de ordinul I și de ordinul al II-lea și se completează tabelul 2. Deoarece ne aflăm în aceleași condiții ca la punctul 1), putem utiliza aproximația $\sin \alpha \cong \tan \alpha = a/b$.	0,25p																		

	Condiția de minim de difracție: $d \cdot \sin \alpha = n\lambda$, unde $n = \pm 1, \pm 2, \dots$ În cazul minimului de ordinul I, aplicând relația lui de Broglie: $\lambda = \frac{h}{p}$, obținem: $d \cdot \Delta p_y = h$	1p																																		
	Din geometria sistemului $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}$, deci $\Delta p_y = p \cdot \sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right) \right]$, de unde $\frac{d}{\lambda} \sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right) \right] = 1$	0,5p																																		
	Descrierea procedurii experimentale, care se bazează pe verificarea relației de mai sus. Datele experimentale se trec în tabelul 4.	0,25p																																		
	Tabelul 4. <table><tr><th>Nr. crt.</th><th>d (mm)</th><th>λ (nm)</th><th>b (cm)</th><th>a (cm)</th><th>$\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right)$ (°)</th><th>$\frac{d}{\lambda} \sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right) \right]$</th></tr><tr><td>1</td><td rowspan="5">0,183</td><td rowspan="5">635</td><td>80</td><td>0,25</td><td>0,179</td><td>0,9</td></tr><tr><td>2</td><td>90</td><td>0,275</td><td>0,175</td><td>0,88</td></tr><tr><td>3</td><td>100</td><td>0,3</td><td>0,172</td><td>0,86</td></tr><tr><td>4</td><td>110</td><td>0,35</td><td>0,182</td><td>0,92</td></tr><tr><td>5</td><td>120</td><td>0,4</td><td>0,191</td><td>0,96</td></tr></table> Fenomenul de difracție a luminii pe o fantă dreptunghiulară îngustă poate fi analizat din perspectivă cuantică, produsul nedeterminărilor fiind de ordinul de mărime al constantei lui Planck.	Nr. crt.	d (mm)	λ (nm)	b (cm)	a (cm)	$\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right)$ (°)	$\frac{d}{\lambda} \sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right) \right]$	1	0,183	635	80	0,25	0,179	0,9	2	90	0,275	0,175	0,88	3	100	0,3	0,172	0,86	4	110	0,35	0,182	0,92	5	120	0,4	0,191	0,96	1p
Nr. crt.	d (mm)	λ (nm)	b (cm)	a (cm)	$\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right)$ (°)	$\frac{d}{\lambda} \sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right) \right]$																														
1	0,183	635	80	0,25	0,179	0,9																														
2			90	0,275	0,175	0,88																														
3			100	0,3	0,172	0,86																														
4			110	0,35	0,182	0,92																														
5			120	0,4	0,191	0,96																														
	Surse de erori	0,5p																																		
4	Dacă $\lambda \ll d$, atunci $\frac{\lambda}{d} \rightarrow 0$, adică $\alpha \rightarrow 0$. Cu alte cuvinte, nu se produce difracție, apare doar umbra geometrică. Dacă se folosește principiul de nedeterminare, atunci $\frac{a}{b} = \operatorname{tg} 0$, adică $a = 0$.	0,5p																																		
	Dacă $\lambda = d$, atunci $\alpha = \operatorname{arcsin} 1$, adică $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Cu alte cuvinte, maximum principal se extinde peste tot câmpul. La același rezultat se ajunge și prin aplicarea principiului de nedeterminare al lui Heisenberg.	0,5p																																		
	Dacă $\lambda > d$, atunci difracția nu se mai produce, deoarece nu există nici un unghi real pentru care sinusul să fie supraunitar. Dacă se aplică principiul de nedeterminare, atunci: $\sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{a}{b} \right) \right] = \frac{\lambda}{d} > 1$	0,5p																																		
Oficiu		1p																																		