Oricare altă rezolvare care conduce la rezultate corecte va fi punctată corespunzător

Problema nr. 1

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1		Punctaj
1a.	După polarizor $$I_P = \frac{I_0}{2}.$$	0,7p	1,20p
	După analizor $$I_A = \frac{I_0}{2}\cos^2\theta.$$	0,5p	
1b.	După P_1 $$I_1 = \frac{1}{2}I_0.$$		0,80p
	După P_2 $$I_2 = I_1 cos^2\beta.$$	0,2p	
	După A $$I = I_2 cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \frac{1}{8}I_0 sin^2 2\beta.$$	0,2p	
	Această intensitate are valoarea maximă atunci când $$\boxed{\beta = 45°},$$	0,2p	
	iar $$\boxed{I_{max} = \frac{1}{8}I_0}.$$	0,2p	

2a.	Câmpurile electrice din cele două unde sunt date de $$\vec{E}_1 = \hat{x}A_1 cos(kx - \omega t)$$ și $$\vec{E}_2 = \hat{y}A_2 cos(kx - \omega t + \varphi).$$ Intensitatea undei obținută prin suprapunerea celor două unde coerente este $$I = k\langle E^2\rangle,$$ unde $$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2.$$ Prin urmare $$I = k\langle E_1^2\rangle + k\langle E_2^2\rangle + 2kA_1A_2\hat{x}\cdot\hat{y}\langle cos(kx - \omega t)cos(kx - \omega t + \varphi)\rangle = = I_1 + I_2.$$ De aici se observă că intensitatea unei rezultante este constantă și nu o distribuție periodică în spațiu a intensității. Motivul pentru care nu se obține interferență este faptul că termenul de interferență este permanent nul, întrucât $$\hat{x}\cdot\hat{y} = 0.$$	0,2p 0,2p 0,1p 0,2p 0,2p 0,1p	**1,00p**
2b.	Componentele celor doi vectori sunt $$D_x = \varepsilon_x E_x$$ și $$D_y = \varepsilon_y E_y,$$ unde $$\begin{cases} D_x = Dcos\alpha \\ D_y = Dsin\alpha \end{cases},$$ iar $$\begin{cases} E_x = Ecos\beta \\ E_y = Esin\beta \end{cases}.$$ Se înțelege că $\varepsilon_x \neq \varepsilon_y$, deoarece cei doi vectori electrici nu sunt coliniari. Cum $$\delta = \beta - \alpha,$$ atunci $$tg\delta = \frac{tg\beta - tg\alpha}{1 + tg\alpha tg\beta}.$$ Dar $$tg\alpha = \frac{D_y}{D_x} = \frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x}tg\beta.$$ Deoarece $$\begin{cases} n_o = \sqrt{\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_0}} \\ n_e = \sqrt{\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_0}} \end{cases},$$ atunci	0,1p 0,1p 0,2p 0,2p 0,1p 0,2p 0,2p	**2,50p**

	$$tg\delta = \frac{(n_o^2 - n_e^2)tg\beta}{n_o^2 + n_e^2 tg^2\beta}.$$ Valoarea maximă a lui δ se obține atunci când $$\boxed{tg\beta = \frac{n_o}{n_e}},$$ adică $$\boxed{\beta = 47{,}56°}.$$	0,2p 0,2p 0,2p	
	Pentru această valoare a unghiului β, $$\boxed{tg\delta_{max} = \frac{n_o^2 - n_e^2}{2n_o n_e}}.$$ Valoarea numerică a unghiului δ_{max} este $$\boxed{\delta_{max} = 5{,}123°}.$$	0,2p 0,2p	
	Prin urmare, $$\boxed{tg\alpha = \frac{n_e}{n_o}},$$ având valoarea numerică $$\boxed{\alpha = 42{,}44°}.$$	0,2p 0,2p	
2c.	Dacă Oz este direcția de propagare a luminii incidente, iar Ox este direcția axei optice a lamei anizotrope, atunci direcțiile de transmisie ale lui P și A se află în planul xOy și fac unghiurile α, respectiv β cu axa Ox. După P, intensitatea luminii este $I_P = I_0/2$, iar direcția de vibrație a vectorului E_P este cea a direcției de transmisie a lui P. La intrarea în lamă, componentele lui E_P paralelă, respectiv perpendiculară pe axa ei optică sunt $$E_x = E_P cos\alpha$$ și $$E_y = E_P sin\alpha.$$ La ieșirea din lamă, componente intensității câmpului electric devin: $$E_{Lx} = E_x cos(\omega t + \varphi_o)$$ și $$E_{Ly} = E_y cos(\omega t + \varphi_e),$$ unde $$\varphi_o = khn_o$$ și $$\varphi_e = khn_e.$$ La ieșirea din A, intensitatea câmpului electric are expresia: $$E_A = E_{Lx} cos\beta + E_{Ly} sin\beta.$$ Intensitatea luminii emergente din A este $$I = k\langle E_A^2\rangle.$$ Prin urmare, $$E_A = E_P cos(\omega t + \varphi_e)(cos\alpha cos\beta cos\Delta\varphi + sin\alpha sin\beta) - E_P cos\alpha cos\beta sin(\omega t + \varphi_e) sin\Delta\varphi,$$ iar $$\langle E_A^2\rangle = \frac{E_P^2}{2}\left[cos^2(\alpha - \beta) - sin2\alpha sin2\beta sin^2\frac{\Delta\varphi}{2}\right],$$ unde $$\Delta\varphi = kh(n_o - n_e).$$	0,2p 0,2p 0,2p 0,2p 0,2p 0,2p 0,2p 0,2p 0,2p 0,2p	**2,00p**

	Prin urmare $$\boxed{I = \frac{I_0}{4}\left[cos^2(\alpha-\beta) - sin2\alpha sin2\beta sin^2\frac{\Delta\varphi}{2}\right]}.$$	0,2p	
2d.	Când P și A sunt în cruce $$I = \frac{I_0}{4} sin^2 2\alpha sin^2\frac{\Delta\varphi}{2}.$$	0,2p	**0,70p**
	Pentru α dat, intensitatea luminii emergente este maximă atunci când $$sin\frac{\Delta\varphi}{2} = \pm 1,$$	0,1p	
	adică $$\boxed{h = \frac{2m+1}{n_o - n_e}\frac{\lambda}{2}, m \in \mathbb{Z}.}$$	0,20p	
	Valoarea maximă posibilă a intensității fasciculului emergent este $$\boxed{I_{max} = \frac{I_0}{4}},$$	0,1p	
	care se obține pentru $$\boxed{\alpha = \pm\frac{\pi}{4}}.$$	0,1p	
2e.	În punctul de incidență pe prismă, legea a doua a refracției se scrie $$sini = n_o sinr_o = n_e sinr_e.$$	2x0,2 p	**1,8p**
	Cum raza extraordinară trece nedeviata prin stratul de balsam de Canada, atunci ea este perpendiculară pe interfață, adică $$tanr_e = \frac{L}{l}.$$	0,2p	
	Raza ordinară suferă reflexie totală la interfața cu balsamul, adică $$n_o sin\alpha_l = n.$$	0,2p	
	Din geometria figurii $$r_e = r_o + \alpha_l.$$	0,2p	
	Din aceste ecuații rezultă $$\boxed{sini = nn_e\sqrt{\frac{(n_o^2+n_e^2) \pm 2n_e\sqrt{n_o^2-n^2}}{(n_o^2-n_e^2)^2+4n^2n_e^2}}}$$	0,2p	
	Cu datele din enunț, se obține $$sini = 1{,}308,$$ care nu convine, sau $$sini = 0{,}888,$$ adică $$\boxed{i = 62{,}6°}.$$	0,2p	
	Raportul cerut este		

	$$\boxed{\frac{l}{L}=\frac{\sqrt{(n_o^2-n_e^2)^2+n^2\left(3n_e^2-n_o^2+2n_e\sqrt{n_o^2-n^2}\right)}}{n\sqrt{(n_o^2+n_e^2)-2n_e\sqrt{n_o^2-n^2}}}}.$$	0,2p	
	Valoarea sa numerică este $$\boxed{\frac{l}{L}=1{,}38}.$$	0,2p	
TOTAL Problema nr.1			**10p**

© Barem de evaluare propus de:

Conf. Univ. Dr. Sebastian POPESCU
Facultatea de Fizică
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași