

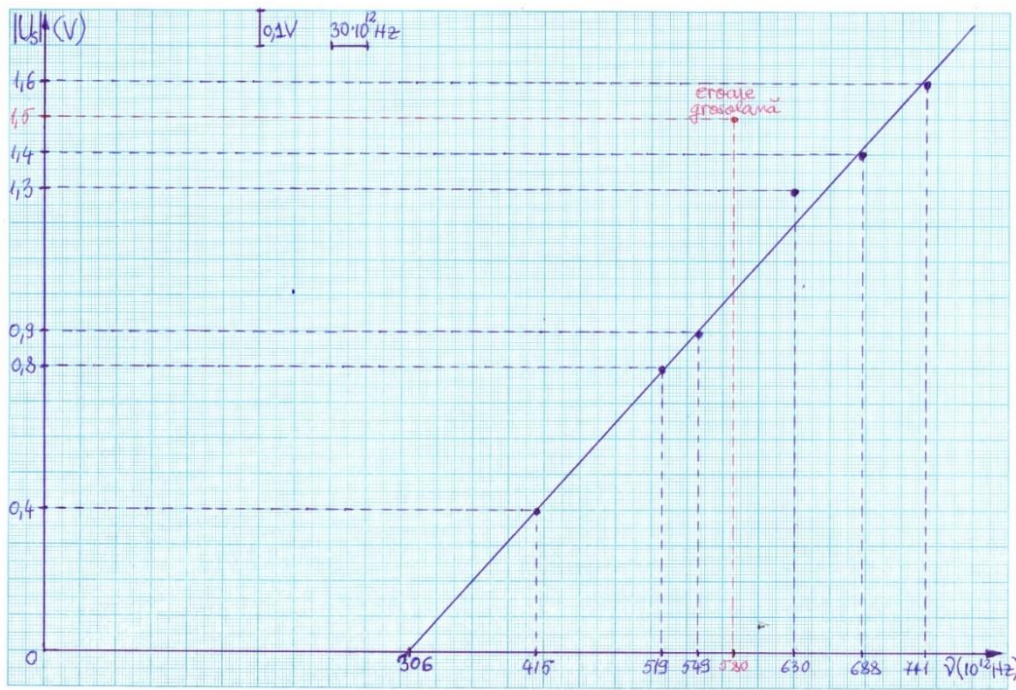
**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare**

**XII**

Pagina 1 din 9

**Problema 1**

**(10 puncte)**

	Parțial	Punctaj
Barem problema 1		10 p
<b>Efect fotoelectric</b>		
<b>a) reprezentarea grafică:</b>	<b>2 p</b>	
Valoarea $ U_s  = 1,5V$ a modulului tensiunii de stopare, obținută pentru frecvența $\nu = 580 \cdot 10^{12} Hz$ , este o eroare grosolană, deci nu va fi luată în considerare.	0,3 p	
	1,7 p	
Graficul va fi o dreaptă trasată printre punctele experimentale obținute.		
<b>b)</b>	<b>1 p</b>	
Teorema de variație a energiei cinetice aplicată procesului de frânare până la oprire a electronilor emiși conduce la relația: $E_c = e U_s $ .		
Ecuția dreptei obținute, $ U_s  = a\nu + b$ , poate fi rescrisă în forma $E_c = e U_s  = A\nu + B$ , ceea ce confirmă creșterea liniară a energiei cinetice a electronilor emiși cu frecvența radiației electromagnetice incidente pe suprafața metalului.	0,5 p	
Scăderea frecvenței radiației electromagnetice va duce la scăderea modulului tensiunii electrice de stopare și implicit a energiei cinetice a electronilor emiși. La o frecvență minimă $\nu_0$ se obține $ U_s  = 0$ , deci se anulează energia cinetică a electronilor emiși. Efectul se produce numai dacă frecvența radiației electromagnetice incidente depășește valoarea minimă de prag $\nu_0$ .	0,5 p	
<b>c)</b>	<b>1,5 p</b>	
Din ecuația lui Einstein care exprimă bilanțul energetic în cazul interacțiunii foton-electron: $e U_s  = E_c = h\nu + L_{ext}$ ,		
se obține ecuația dreptei: $ U_s  = \frac{h}{e}\nu + \frac{L_{ext}}{e}$		
a cărei pantă este: $tg\alpha = \frac{h}{e}$	0,5 p	
Se determină panta dreptei trasată pe hârtia milimetrică: $tg\alpha = \frac{\Delta U_s }{\Delta\nu}$		

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare**

**XII**

**Pagina 2 din 9**

Se obține: $h = \frac{e \Delta U_s }{\Delta \nu}$																																																								
Pentru graficul realizat $h = 5,94 \cdot 10^{-34}\text{Js}$	0,5 p																																																							
Valori acceptate $h = (5,6 \dots 6,3) \cdot 10^{-34} \text{ Js}$																																																								
Citire din grafic a tăieturii cu axa frecvenței: $\nu_0 = 306 \cdot 10^{12}\text{Hz}$	0,5 p																																																							
Valori acceptate: $\nu_0 = (280 \dots 320) \cdot 10^{12}\text{Hz}$																																																								
d) Prin metoda celor mai mici pătrate se utilizează doar $n = 6$ puncte experimentale:	1,5 p																																																							
$tg\alpha = \frac{h}{e} = \frac{n \sum \nu_i  U_s _i - \sum x_i \sum  U_s _i}{n \sum \nu_i^2 - (\sum \nu_i)^2}$ relație în care $i = \overline{1,6}$ .	1,5 p																																																							
<table><tr><th>Filtrul</th><th>i</th><th><math>\nu</math> (<math>10^{12}\text{Hz}</math>)</th><th><math> U_s </math> (V)</th><th><math>\nu \cdot  U_s </math> (<math>10^{12}\text{Hz} \cdot \text{V}</math>)</th><th><math>\nu^2</math>(<math>10^{24}\text{Hz}</math>)</th></tr><tr><td>Roșu</td><td>1</td><td>415</td><td>0.4</td><td>166</td><td>172225</td></tr><tr><td>Galben</td><td>2</td><td>519</td><td>0.8</td><td>415.2</td><td>269361</td></tr><tr><td>Verde1</td><td>3</td><td>549</td><td>0.9</td><td>494.1</td><td>301401</td></tr><tr><td>Albastru1</td><td>4</td><td>630</td><td>1.3</td><td>819</td><td>396900</td></tr><tr><td>Albastru2</td><td>5</td><td>688</td><td>1.4</td><td>963.2</td><td>473344</td></tr><tr><td>Violet</td><td>6</td><td>741</td><td>1.6</td><td>1185.6</td><td>549081</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td><math>\Sigma</math></td><td>3542</td><td>6.4</td><td>4043.1</td><td>2162312</td></tr></table> $\Sigma^2 \quad 12545764 \cdot 10^{24}$ $h = 5,94 \cdot 10^{-34}\text{Js}$		Filtrul	i	$\nu$ ( $10^{12}\text{Hz}$ )	$ U_s $ (V)	$\nu \cdot  U_s $ ( $10^{12}\text{Hz} \cdot \text{V}$ )	$\nu^2$ ( $10^{24}\text{Hz}$ )	Roșu	1	415	0.4	166	172225	Galben	2	519	0.8	415.2	269361	Verde1	3	549	0.9	494.1	301401	Albastru1	4	630	1.3	819	396900	Albastru2	5	688	1.4	963.2	473344	Violet	6	741	1.6	1185.6	549081								$\Sigma$	3542	6.4	4043.1	2162312	
Filtrul		i	$\nu$ ( $10^{12}\text{Hz}$ )	$ U_s $ (V)	$\nu \cdot  U_s $ ( $10^{12}\text{Hz} \cdot \text{V}$ )	$\nu^2$ ( $10^{24}\text{Hz}$ )																																																		
Roșu		1	415	0.4	166	172225																																																		
Galben		2	519	0.8	415.2	269361																																																		
Verde1		3	549	0.9	494.1	301401																																																		
Albastru1		4	630	1.3	819	396900																																																		
Albastru2		5	688	1.4	963.2	473344																																																		
Violet		6	741	1.6	1185.6	549081																																																		
	$\Sigma$	3542	6.4	4043.1	2162312																																																			
e)	1 p																																																							
prin metoda celor mai mici pătrate eroarea de lucru este de 10,27%	0,5 p																																																							
precizia redusă a acestei metode este influențată de: <ul style="list-style-type: none"><li>• inexistența unui vid absolut între electrozi, implicit existența unui curent ionic</li><li>• ecranarea catodului</li><li>• efectul fotoelectric produs pe anod (efect fotoelectric invers)</li><li>• diferența de potențial de contact</li></ul>	0,5 p																																																							
f)	2 p																																																							
Intensitatea curentului fotoelectric de saturație: $I_s = \frac{(\Delta N_{eficienți})e}{\Delta t}$	0,6 p																																																							
Fluxul/Puterea radiației incidente pe catod: $\phi = \frac{(\Delta N_{incidenți})h\nu}{\Delta t}$	0,6 p																																																							
Prin împărțirea relațiilor se obține: $\frac{I_s}{\phi} = \frac{\Delta N_{eficienți}}{\Delta N_{incidenți}} \frac{e}{h\nu} = \eta \frac{e}{h\nu}$ Se obține randamentul cuantic $\eta = \frac{I_s h\nu}{\phi e}$	0,5 p																																																							
Valoare numerică $\eta = \frac{1}{100}$	0,3 p																																																							
Oficiu		1 p																																																						

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare

**XII**

Pagina 3 din 9

**Problema 2**

**(10 puncte)**

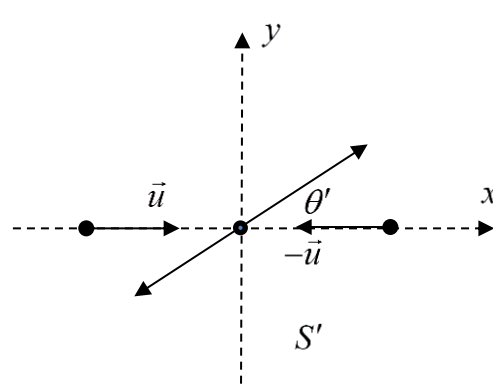
	Parțial	Punctaj
Barem problema 2		<b>10 p</b>
<b>Împrăștiere elastică</b>		
<b>a)</b>	<b>2 p</b>	
<p>- Conservarea impulsului: <math>p'_1 \sin \theta = p'_2 \sin \theta</math> rezultă <math>p'_1 = p'_2 = p'</math> și <math>p = 2p' \cos \theta</math></p> <p>- Conservarea energiei: <math>E + m_0 c^2 = 2E'</math></p> $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4 \text{ rezultă } \cos^2 \theta = \frac{E + m_0 c^2}{E + 3m_0 c^2}$	1 p	
Pentru $E \rightarrow m_0 c^2$ rezultă $\theta \rightarrow 45^\circ$ la fel ca în mecanica newtoniană	0,5 p	
Pentru $E \gg m_0 c^2$ unghiul tinde către $0^\circ$	0,5 p	
<b>b)</b>	<b>1 p</b>	
$v' = \frac{c}{\sqrt{1 + \left(\frac{m_0 c}{p'}\right)^2}}; E'^2 = p'^2 c^2 + m_0^2 c^4 \text{ rezultă } v' = \frac{c \sqrt{E^2 + 2m_0 c^2 E - 3m_0^2 c^4}}{E + m_0 c^2}$		
<b>c)</b>	<b>1,5 p</b>	
<p>Alegem un sistem de referință care se deplasează pe direcția de deplasare a particulei aflate inițial în mișcare cu viteză egală cu proiecțiile vitezelor celor două particule pe această direcție (<math>v \cos \theta</math>). În acest sistem de referință cele două particule au numai viteze transversale, egale în modul dar de sens opus.</p> <p>În acest sistem de referință vitezele celor două particule vor fi :</p> $u_1 = \frac{v \sin \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \cos^2 \theta}{c^2}}}, \text{ respectiv } u_2 = \frac{-v \sin \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \cos^2 \theta}{c^2}}}$	1 p	
<p>Într-un sistem de referință legat de una dintre particule cealaltă va avea viteza:</p> $u = \frac{u_1 - u_2}{1 - \frac{u_1 u_2}{c^2}} = \frac{2v \sin \theta \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} \cos^2 \theta}}{1 - \frac{v^2}{c^2} \cos 2\theta}$	0,5 p	
<b>d)</b>	<b>2,5 p</b>	
<p>Fie <math>S'</math> un sistem de referință inertial legat de centrul de masă al sistemului, care se mișcă cu viteza <math>\vec{u}</math> și <math>S</math> sistemul de referință inertial al laboratorului. Înainte de ciocnire, particula ciocnită, aflată inițial în repaus în sistemul <math>S</math>, se mișcă în sistemul <math>S'</math> cu viteza <math>-\vec{u}</math>, iar particula proiectil se mișcă în sistemul <math>S'</math> cu viteza <math>\vec{u}</math> deoarece impulsul total trebuie să fie nul în sistemul centrului de masă. Fie <math>\theta'</math> unghiul de împrăștiere în <math>S'</math>. După ciocnire, în sistemul <math>S'</math> al centrului de masă, impulsul trebuie să fie tot nul, ca urmare cele două particule se vor mișca cu viteze egale în modul, dar cu sensuri contare <math>\vec{v}'_2 = -\vec{v}'_1</math>. Ca urmare a conservării impulsului,</p>	1,5 p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare**

**XII**

**Pagina 4 din 9**

<p>a conservării energiei și ținând cont de relația energie-impuls, vitezele particulelor după ciocnire vor avea aceeași mărime ca și înainte de ciocnire <math>v'_2 = v'_1 = u</math>. După ciocnire putem scrie :</p> <p>Rezultă: <math display="block">v_{1x} = \frac{v'_{1x} + u}{1 + \frac{v'_{1x} \cdot u}{c^2}} = u \frac{1 + \cos \theta'}{1 + \beta_u^2 \cos \theta'}</math></p> <p><math display="block">v_{1x} = \frac{v'_{1x} + u}{1 + \frac{v'_{1x} \cdot u}{c^2}} = u \frac{1 + \cos \theta'}{1 + \beta_u^2 \cos \theta'}; \beta_u = \frac{u}{c}</math></p> <p><math display="block">v_{1y} = \frac{v'_{1y}}{\gamma_u (1 + \frac{v'_{1x} \cdot u}{c^2})} = u \frac{\sin \theta'}{\gamma_u (1 + \beta_u^2 \cos \theta')}; \gamma_u = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta_u^2}}</math></p> <p>Analog rezultă <math>v_{2x} = u \frac{1 - \cos \theta'}{1 - \beta_u^2 \cos \theta'}; v_{2y} = -u \frac{\sin \theta'}{\gamma_u (1 - \beta_u^2 \cos \theta')}</math></p> 	
<p>Cum <math>v_{1x} &gt; 0</math> și <math>v_{2x} &gt; 0</math> rezultă <math>\theta_1 &lt; \frac{\pi}{2}</math>, <math>\theta_2 &lt; \frac{\pi}{2}</math> și</p> <p><math display="block">\operatorname{tg} \theta_1 = \left  \frac{v_{1y}}{v_{1x}} \right  = \frac{\sin \theta'}{\gamma_u (1 + \cos \theta')}; \operatorname{tg} \theta_2 = \left  \frac{v_{2y}}{v_{2x}} \right  = \frac{\sin \theta'}{\gamma_u (1 - \cos \theta')} \text{ rezultă}</math></p> <p><math display="block">\operatorname{tg} \theta_1 \cdot \operatorname{tg} \theta_2 = \frac{1}{\gamma_u^2} \Rightarrow \operatorname{tg} \theta_1 = \frac{1}{\gamma_u^2} \operatorname{ctg} \theta_2 = \frac{1}{\gamma_u^2} \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) &lt; \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{2} - \theta_2 \right) \text{ rezultă}</math></p> <p><math display="block">\theta_1 + \theta_2 &lt; \frac{\pi}{2}</math></p>	<p>1 p</p>
<p>Sau o altă metodă de rezolvare, în sistemul de referință al laboratorului:</p>	
<p>Din triunghiul impulsurilor:</p>	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare**

**XII**

**Pagina 5 din 9**

$\cos(\theta_1 + \theta_2) = \frac{p^2 - p_1^2 - p_2^2}{2p_1p_2} = \frac{E^2 - m_0^2c^4 - E_1^2 + m_0^2c^4 - E_2^2 + m_0^2c^4}{2p_1p_2c^2}$ $= \frac{E^2 - E_1^2 - E_2^2 + m_0^2c^4}{2p_1p_2c^2} \quad (1p)$		
<p>Utilizând conservarea energiei</p> $E + m_0c^2 = E_1 + E_2 \quad (0,5p)$		
<p>Rezultă</p> $\cos(\theta_1 + \theta_2) = \frac{2E_1E_2 - 2Em_0c^2}{2p_1p_2c^2} = \frac{E_1E_2 - Em_0c^2}{p_1p_2c^2} =$ $= \frac{E_1(E + m_0c^2 - E_1) - Em_0c^2}{p_1p_2c^2} = \frac{E_1(E - E_1) - (E - E_1)m_0c^2}{p_1p_2c^2} =$ $= \frac{(E - E_1)(E_1 - m_0c^2)}{p_1p_2c^2} \quad (0,5p)$		
<p>Deoarece <math>E_1 &lt; E</math> și <math>E_1 &gt; m_0c^2</math> atunci <math>\cos(\theta_1 + \theta_2) &gt; 0</math>, adică <math>\theta_1 + \theta_2 &lt; \frac{\pi}{2}</math> (0,5p)</p>		
<b>e)</b>	<b>2 p</b>	
<p>Fie <math>E_1</math> respectiv <math>E_2</math> energiile celor doi fotoni, iar <math>p</math> și <math>M</math> impulsul respectiv masa sistemului. Ținând cont de relația energie-impuls rezultă:</p> $(E_1 + E_2)^2 - p^2c^2 = M^2c^4$ <p>Cum fotonii au sensuri opuse:</p> $p = p_1 - p_2$ <p>rezultă:</p> $(h\nu_1 + h\nu_2)^2 - \left(\frac{h\nu_1}{c} - \frac{h\nu_2}{c}\right)^2 c^2 = M^2c^4 \text{ adică } h^2[(\nu_1 + \nu_2)^2 - (\nu_1 - \nu_2)^2] = M^2c^4$ <p>sau <math>M = \frac{2h\sqrt{\nu_1\nu_2}}{c^2}</math></p>	<b>1 p</b>	
<p><math>v = \frac{pc^2}{E}</math>, unde <math>v</math> este viteza centrului de masă</p> <p><math>p = p_1 - p_2 = \frac{h}{c}(\nu_1 - \nu_2)</math>; <math>E = E_1 + E_2 = h(\nu_1 + \nu_2)</math> rezultă:</p> $v = \frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_1 + \nu_2} c$	<b>1 p</b>	
<b>Oficiu</b>		<b>1 p</b>

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

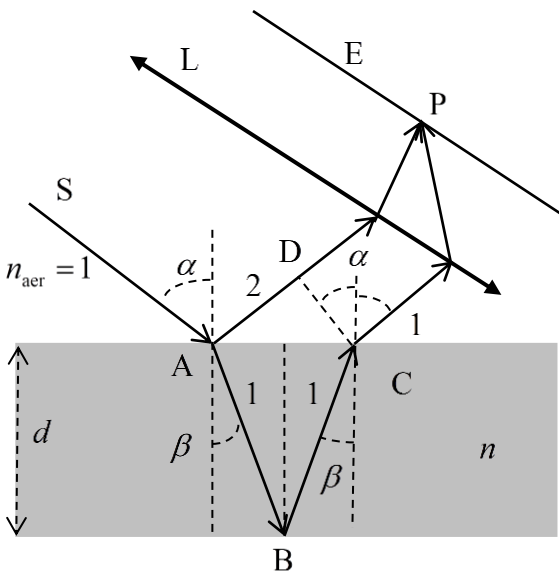
Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare

XII

Pagina 6 din 9

Problema 3

(10 puncte)

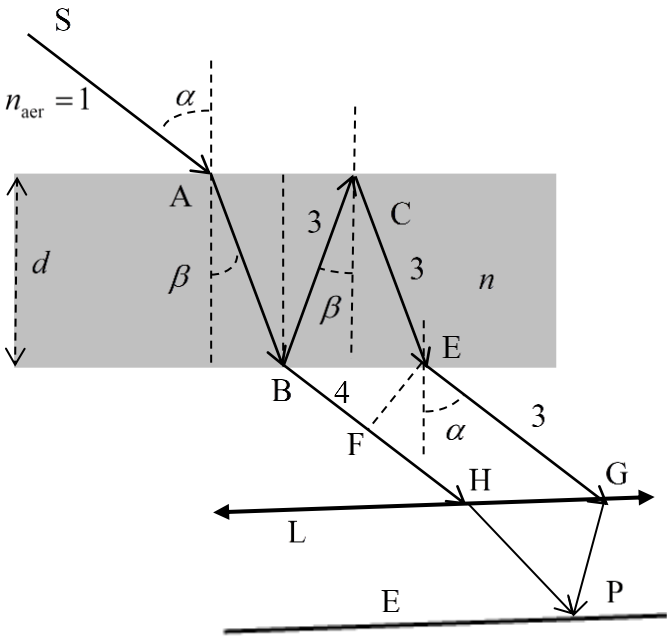
	Parțial	Punctaj
Barem problema 3		10 p
<b>Lumină prin lame transparente cu fețe plane și paralele</b>		
<p>a)</p> <p>În lumina reflectată de peliculă, diferența de drum optic dintre razele 1 și 2, reprezentate în desenul din figura 1, este:</p> $\Delta = n \cdot AB + n \cdot BC - \left( n_0 \cdot AD + \frac{\lambda}{2} \right); n_0 = 1; AB = BC = \frac{d}{\cos \beta};$ $\Delta = 2n \cdot AB - AD - \frac{\lambda}{2}; AC = \frac{d}{\cos \beta}; AD = AC \cdot \sin \alpha;$ $\tan \beta = \frac{AC}{2d}; AC = 2d \cdot \tan \beta; AD = 2d \cdot \tan \beta \cdot \sin \alpha; AB = \frac{d}{\cos \beta};$ $\Delta = 2n \cdot AB - AD - \frac{\lambda}{2}; \Delta = \frac{2nd}{\cos \beta} - 2d \cdot \tan \beta \cdot \sin \alpha - \frac{\lambda}{2};$ $\sin \alpha = n \cdot \sin \beta; \Delta = 2nd \cos \beta - \frac{\lambda}{2};$	3 p	
 <p style="text-align: center;"><b>Fig. 1</b></p>	1,5 p	

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare**

**XII**

Pagina 7 din 9

$\Delta = 2nd \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{2}; k = 0, 1, 2, \dots,$ $2nd \cos \beta = \frac{\lambda}{2} + 2k \frac{\lambda}{2} = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2};$ $k = 0;$ $\Delta = 2nd_0 \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = 0; 2nd_0 \cos \beta = \frac{\lambda}{2};$ $d_0 = d_{\min} = \frac{\lambda}{4n} \cdot \frac{1}{\cos \beta} = \frac{\lambda}{4n} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} = \frac{\lambda}{4n} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}};$ $d_{\min} = \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}.$ <p><b>b)</b></p>	<p>1,5 p</p> <p><b>3 p</b></p>	
<p>În lumina transmisă de peliculă, diferența de drum optic dintre razele 3 și 4, reprezentate în desenul din figura 2, este:</p> $\Delta = n \cdot BC + n \cdot CE - n_0 \cdot BF; n_0 = 1; \Delta = n \cdot BC + n \cdot CE - BF;$ $\Delta = 2n \cdot \frac{d}{\cos \beta} - 2d \cdot \tan \beta \cdot \sin \alpha; \Delta = 2n \cdot \frac{d}{\cos \beta} - 2d \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cdot \sin \alpha;$ $\sin \alpha = n \cdot \sin \beta; \Delta = 2nd \cos \beta; \Delta = 2d \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha};$  <p><b>Fig. 2</b></p>	<p>1,5 p</p>	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare**

**XII**

Pagina 8 din 9

$$\Delta = 2nd \cos \beta = 2k \frac{\lambda}{2}; k = 0, 1, 2, \dots, ,$$

$$k = 1; \Delta = 2nd_1 \cos \beta = \lambda; 2d_1 \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} = \lambda;$$

$$d_1 = d_{\min} = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}.$$

c)

$$1) n > n_0$$

Pentru două raze paralele, 1 și 2, reprezentate în desenul din figura 3, din interferența lor în punctul C, în varianta producerii unor maxime de interferență, dacă  $n_{\text{aer}} < n_0 < n$ , rezultă:

$$\delta = (AB) + \frac{\lambda}{2} + (BC) - (DC) - \frac{\lambda}{2},$$

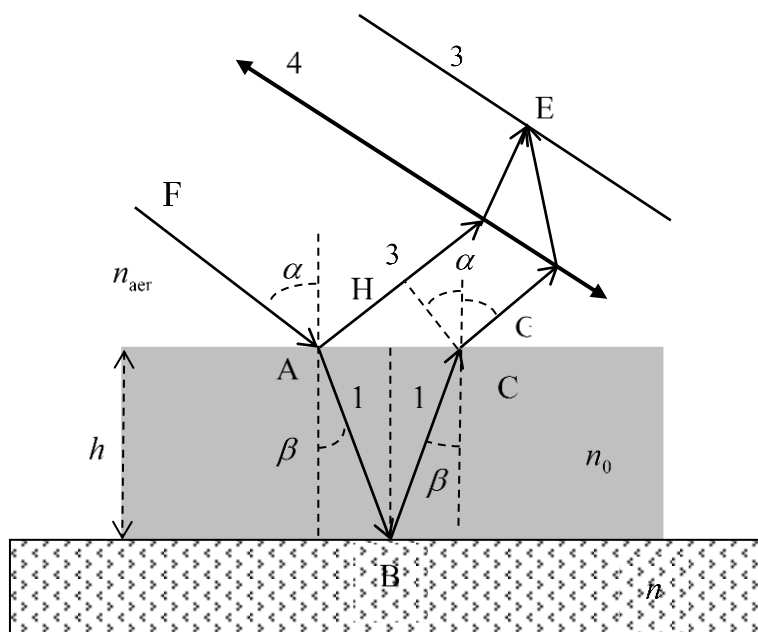
$$\delta = 2n_0 \cdot AB - DC; \delta = \frac{2n_0 h}{\cos \beta} - 2h \tan \beta \sin \alpha; \sin \alpha = n_0 \sin \beta;$$

$$\delta = 2h \sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha}; \delta = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda; 2h \sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha} = k\lambda,$$

unde  $k$  este un număr întreg, reprezentând ordinul maximului de interferență.

Dacă ordinul maximului de interferență a variat cu o unitate,  $\Delta k = 1$ , înseamnă că grosimea stratului de apă a scăzut cu cantitatea  $\Delta h$ , astfel încât:

$$2\Delta h \cdot \sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha} = \Delta k \cdot \lambda = \lambda; \Delta h = v \tau; v = \frac{\lambda}{2\tau \sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha}}.$$



**Fig. 3**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a  
olimpiadei de fizică  
23 februarie 2019  
Barem de evaluare și de notare**

**XII**

Pagina 9 din 9

<p>2) <math>n &lt; n_0</math></p> $\delta = (AB) + (BC) - (DC) - \frac{\lambda}{2}; \delta = 2h\sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha} - \frac{\lambda}{2};$ $\delta = k\lambda; 2h\sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha} - \frac{\lambda}{2} = k\lambda;$ $2\Delta h\sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha} = \Delta k\lambda = \lambda; \Delta h = v\tau; v = \frac{\lambda}{2\tau\sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha}}.$ <p>Dacă stratul de apă este foarte subțire, atunci diferența de fază a razelor de lumină care interferează nu depinde de timp, astfel încât aceste raze sunt coerente.</p>	<p>1 p</p> <p>1 p</p>	
<b>Oficiu</b>		<b>1</b>

*Barem propus de: Butușină Florin - Colegiul Național „Simion Bărnuțiu” Șimleu Silvaniei  
Gavrilă Constantin - Colegiul Național „Sfântul Sava” București  
Sandu Mihail- Liceul Tehnologic de Turism Călimănești  
Solschi Viorel - Colegiul Național „Mihai Eminescu” Satu Mare  
Stoica Victor – Inspectoratul Școlar al Municipiului București.*

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.