



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a XII-a



Pagina 1 din 6

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Subiectul I

(10 puncte)

S-a notat valoarea medie a mărimii fizice A prin $\langle A \rangle$

S-a notat partea întreagă a numărului zecimal N prin [N]

S-a notat cel mai apropiat număr întreg de numărul zecimal N prin #N#

	Parțial	Punctaj	
Barem Subiectul I		10 p	
1) $G - F_{\text{Arhimede}} = F_{\text{Stokes}}$ $4\pi r^3(\rho_{\text{ulei}} - \rho_{\text{aer}})g/3 = 6\pi r\eta_{\text{aer}} v_{\text{coborâre}}$ $\rho_{\text{aer}} = p_0 \mu_{\text{aer}} / R(T_0 + t) = 1,19 \text{ kg/m}^3$ $v_{\text{coborâre}} = \ell / t_c$ $\langle t_c \rangle = \sum_{i=1}^N t_{c_i} / N = 11,882 \text{ s}$ $r = 3 \sqrt{\frac{\eta_{\text{aer}} \ell}{2(\rho_{\text{ulei}} - \rho_{\text{aer}})g \langle t_c \rangle}}$ $r = 2,78 \mu\text{m}$ (Se va acorda punctaj maxim pentru rezultate cuprinse între $2,5 \mu\text{m}$ și $3,06 \mu\text{m}$)	0,25 p 0,25 p 0,50 p 0,50 p 0,50 p 0,50 p 0,50 p	3 p	
2) $F_e = G - F_{\text{Arhimede}} + F'_{\text{Stokes}}$ $QE = 6\pi r\eta_{\text{aer}} v_{\text{coborâre}} + 6\pi r\eta_{\text{aer}} v_{\text{urcare}}$ $Q = (1/t_c + 1/t_u) 6\pi r\eta_{\text{aer}} \ell d / U$ $k = 6\pi r\eta_{\text{aer}} \ell d / U = 2,94 \cdot 10^{-17} \text{ C} \cdot \text{s}$ $Q = k(1/t_c + 1/t_u);$ $\Delta Q = nq$ $nq = k(1/t_u - 1/t_{u'}) = k\Delta(1/t_u);$ $\text{cmmdc}(1/t_{u_i} - 1/t_{u_{i+1}}) = (0,00543 + 0,00545) / 2 = 0,00544 \text{ s}^{-1}$	0,25 p 0,25 p 0,50 p 0,25 p 0,50 p 0,25 p 0,50 p 0,50 p	5 p	
$n = \# \Delta(1/t_u) / \text{cmmdc}(\Delta(1/t_u)) \#$ (cel mai apropiat întreg) $q_i = k(1/t_{u_i} - 1/t_{u_{i+1}}) / n_i; \quad \forall 1 \leq i \leq N; N+1 \rightarrow 1$ $\langle q \rangle = \sum_{i=1}^N q_i / N = 1,59 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $\sigma(\langle q \rangle) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (q_i - \langle q \rangle)^2}{N(N-1)}} = 0,07 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $q_0 = (1,59 \pm 0,07) \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (Se va acorda punctaj maxim pentru rezultate cuprinse între $1,43 \div 1,75 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)	0,25 p 0,25 p 0,50 p 0,50 p 0,50 p		

Pagina 1 din 6

- 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.

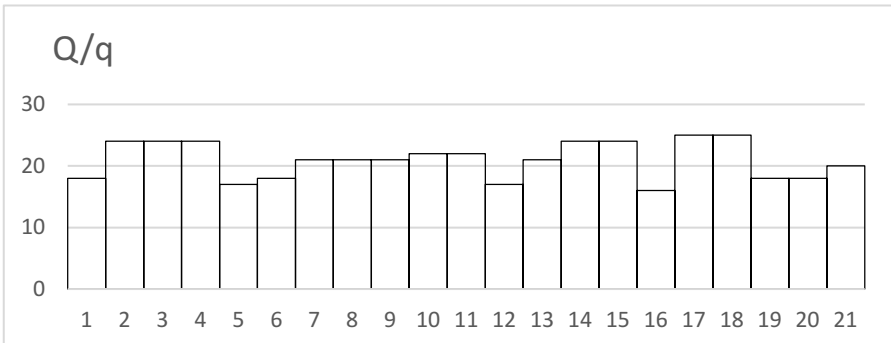


MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a XII-a



Pagina 2 din 6

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

t_u (s)	i	$\langle t_u \rangle$ (s)	$ \Delta(1/t_u) $ (1/s)	n	q_i (10^{-19} C)	$q_i - q$ (10^{-19} C)	i	$1/t_u + 1/t_c$	#N#			
80,708	1	80,708	0,03230	6	1,583	0,010	1	0,09655	18			
22,366	2	22,375	0,03758	7	1,578	0,015	2	0,12885	24			
22,390		140,565	0,00545	1	1,602	0,009	3	0,09128	17			
22,368		79,600	0,01619	3	1,587	0,006	4	0,09672	18			
140,565		34,785	0,00543	1	1,596	0,003	5	0,11291	21			
79,600	4	29,261	0,02689	5	1,581	0,012	6	0,11834	22			
34,748	5	137,308	0,02159	4	1,587	0,006	7	0,09144	17			
34,762		34,638	0,01620	3	1,588	0,005	8	0,11303	21			
34,846		22,186	0,04307	8	1,583	0,010	9	0,12923	24			
29,286		500,100	0,04880	9	1,594	0,001	10	0,08616	16			
29,236	6	19,686	0,03793	7	1,593	0,000	11	0,13496	25			
137,308	7	77,718	0,01077	2	1,583	0,010	12	0,09703	18			
34,638	8	42,302	0,01125	2	1,654	0,061	13	0,10780	20			
22,104	9											
22,268												
500,100	10											
19,704	11											
19,668												
77,630	12											
77,806												
42,302	13											
3) $Q = k(1/t_c + 1/t_u)$; $Q/q = N = \#(1/t_c + 1/t_u)/\text{cmmdc}(\Delta(1/t_u))\#$ Valorile din ultima coloană, #N#, a tabelului precedent										0,50 p 1,00 p		
										0,50 p		2p

Pagina 2 din 6

- 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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a XII-a

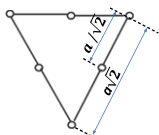
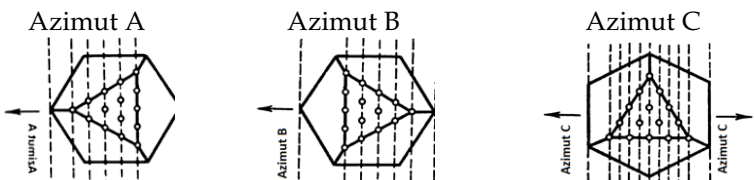
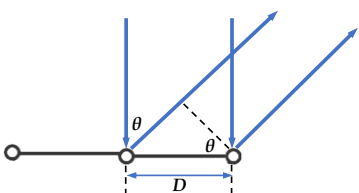


Pagina 3 din 6

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Subiectul II

(10 puncte)

Barem Subiectul II		Parțial	Punctaj																																																																																					
			10 p																																																																																					
1)																																																																																								
$a = 3,52 \text{ Å}$  Azimut A Azimut B Azimut C 		$D_A = a\sqrt{3}/8 = 2,155 \text{ Å}$ $D_B = a\sqrt{3}/8 = 2,155 \text{ Å}$ $D_C = a/2\sqrt{2} = 1,245 \text{ Å}$	0,25 p 0,25 p 0,50 p	1,00 p																																																																																				
2)																																																																																								
		$D \sin \theta = n \lambda$ $\lambda = h/p = h/(2m_e eU)^{1/2},$ $n=1$ $h = D (2m_e eU)^{1/2} \sin \theta$	0,15 p 0,15 p 0,20 p																																																																																					
Dacă se elimină valoarea $h=6,23 \text{ Js}$ ca fiind mult diferită de celelalte, $\langle h \rangle = 6,59 \cdot 10^{-34} \text{ (Js)}$ Altfel $\langle h \rangle = 6,57 \cdot 10^{-34} \text{ (Js)}$ (se vor acorda doar 0,40 p)			0,50 p																																																																																					
$\sigma_{\langle h \rangle} = \left(\frac{1}{15 \cdot 14} \sum_{i=1}^{15} (h_i - \langle h \rangle)^2 \right)^{1/2} = 0,02 \cdot 10^{-34} \text{ (Js)}$ sau $h = (6,59 \pm 0,02) \cdot 10^{-34} \text{ (Js)}$			0,50 p	1,50 p																																																																																				
<table><tr><th colspan="6">A</th><th colspan="6">B</th></tr><tr><th>θ</th><th>D (10^{-10} m)</th><th>U (V)</th><th>h (10^{-34} Js)</th><th>$h - \langle h \rangle$ (10^{-34} Js)</th><th>$h - \langle h \rangle ^2$ (10^{-34} Js)²</th><th>θ</th><th>D (10^{-10} m)</th><th>U (V)</th><th>h (10^{-34} Js)</th><th>$h - \langle h \rangle$ (10^{-34} Js)</th><th>$h - \langle h \rangle ^2$ (10^{-34} Js)²</th></tr><tr><td>85</td><td>2,155</td><td>32</td><td>6,55</td><td>0,02</td><td>0,0003</td><td>85</td><td>2,155</td><td>32,5</td><td>6,60</td><td>0,03</td><td>0,0012</td></tr><tr><td>80</td><td>2,155</td><td>33</td><td>6,58</td><td>0,01</td><td>0,0001</td><td>80</td><td>2,155</td><td>34</td><td>6,68</td><td>0,11</td><td>0,0117</td></tr><tr><td>75</td><td>2,155</td><td>35</td><td>6,64</td><td>0,08</td><td>0,0057</td><td>75</td><td>2,155</td><td>35</td><td>6,64</td><td>0,08</td><td>0,0057</td></tr><tr><td>70</td><td>2,155</td><td>36</td><td>6,56</td><td>0,01</td><td>0,0002</td><td>70</td><td>2,155</td><td>36,5</td><td>6,60</td><td>0,03</td><td>0,0010</td></tr><tr><td>65</td><td>2,155</td><td>38,5</td><td>6,54</td><td>0,03</td><td>0,0010</td><td>65</td><td>2,155</td><td>35</td><td>6,23</td><td>0,34</td><td>0,1125</td></tr></table>		A						B						θ	D (10^{-10} m)	U (V)	h (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle $ (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle ^2$ (10^{-34} Js) ²	θ	D (10^{-10} m)	U (V)	h (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle $ (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle ^2$ (10^{-34} Js) ²	85	2,155	32	6,55	0,02	0,0003	85	2,155	32,5	6,60	0,03	0,0012	80	2,155	33	6,58	0,01	0,0001	80	2,155	34	6,68	0,11	0,0117	75	2,155	35	6,64	0,08	0,0057	75	2,155	35	6,64	0,08	0,0057	70	2,155	36	6,56	0,01	0,0002	70	2,155	36,5	6,60	0,03	0,0010	65	2,155	38,5	6,54	0,03	0,0010	65	2,155	35	6,23	0,34	0,1125			
A						B																																																																																		
θ	D (10^{-10} m)	U (V)	h (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle $ (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle ^2$ (10^{-34} Js) ²	θ	D (10^{-10} m)	U (V)	h (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle $ (10^{-34} Js)	$ h - \langle h \rangle ^2$ (10^{-34} Js) ²																																																																													
85	2,155	32	6,55	0,02	0,0003	85	2,155	32,5	6,60	0,03	0,0012																																																																													
80	2,155	33	6,58	0,01	0,0001	80	2,155	34	6,68	0,11	0,0117																																																																													
75	2,155	35	6,64	0,08	0,0057	75	2,155	35	6,64	0,08	0,0057																																																																													
70	2,155	36	6,56	0,01	0,0002	70	2,155	36,5	6,60	0,03	0,0010																																																																													
65	2,155	38,5	6,54	0,03	0,0010	65	2,155	35	6,23	0,34	0,1125																																																																													

Pagina 3 din 6

- 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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a XII-a



Pagina 4 din 6

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

C								
θ	D ($10^{-10} m$)	U (V)	h ($10^{-34} Js$)	$ h-\langle h \rangle $ ($10^{-34} Js$)	$ h-\langle h \rangle ^2$ ($10^{-34} Js$) ²			
85	1,245	97,5	6,61	0,04	0,0015			
80	1,245	100	6,62	0,05	0,0022			
75	1,245	104	6,60	0,03	0,0010			
70	1,245	108	6,56	0,01	0,0001			
65	1,245	113	6,46	0,11	0,0126			

3)

$D= h/ ((2m_e e U)^{1/2} \sin \theta)$
 $\langle D_A \rangle = 2,17 \cdot 10^{-10} (m)$
Dacă se elimină valoarea $D_B=2,289 \text{ \AA}$ (ca fiind mult diferită de celelalte,
 $\langle D_B \rangle = 2,15 \cdot 10^{-10} (m)$
Altfel $\langle D_B \rangle = 2,18 \cdot 10^{-10} (m)$ (se vor acorda doar **0,20 p**)
 $\langle D_C \rangle = 1,26 \cdot 10^{-10} (m)$

(Din cauza faptului că numărul de valori experimentale este mai mic decât 10, nu se calculează abaterea standard a valorii medii)
Abaterea medie:
 $\langle \Delta D \rangle = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 |D_i - \langle D \rangle |$
 $\langle \Delta D_A \rangle = 0,01 \cdot 10^{-10} (m)$
(cu corecția anterioară) $\langle \Delta D_B \rangle = 0,01 \cdot 10^{-10} (m)$
 $\langle \Delta D_C \rangle = 0,01 \cdot 10^{-10} (m)$

ϑ	U (V)	D ($10^{-10} m$)	$\langle D \rangle$ ($10^{-10} m$)	$ D-\langle D \rangle $ ($10^{-10} m$)
85	32	2,177		0,007
80	33	2,169		0,002
A	75	2,147	2,170	0,023
	70	2,176		0,006
	65	38,5	2,182	0,012
85	32,5	2,160		0,009
80	34	2,137		0,015
B	75	2,147	2,151	0,004
	70	2,161		0,010
	65	35	2,289	
85	97,5	1,247		0,008
80	100	1,246		0,009
C	75	103,5	1,255	0,006
	70	108		0,002
	65	112,5	1,277	0,022

0,10 p

0,30 p

0,30 p

0,30 p

0,20 p

0,10 p

0,10 p

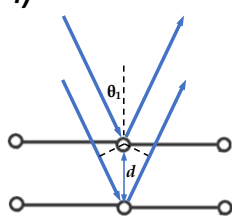
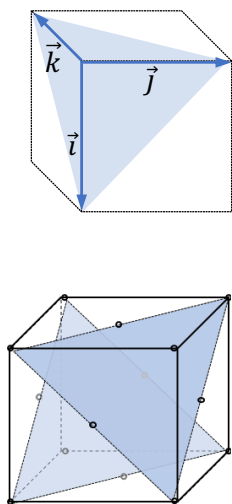
0,10 p

1,50 p

Pagina 4 din 6

- 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.

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

4) 	$2d \cos \theta_1 = n_1 \lambda_1$ sau $2d \cos \theta_1 = n_1 h / (2m_e e U)^{1/2}$ $2d \cos \theta_1 = n_2 \lambda_2$ sau $2d \cos \theta_1 = n_2 h / (2m_e e U)^{1/2}$ $n_2 = n_1 + 1$ $n_1 = \# 1 / [(U_2 / U_1)^{1/2} - 1] \#$; $n_1 = \# 5,84 \#$; $n_1 = 6$ $n_2 = n_1 + 1 = \# 6,84 \#$; $n_2 = 7$	0,15 p 0,15 p 0,20 p 0,25 p 0,25 p	1,00 p																									
5) 	Orientând versorii $\vec{i}$, $\vec{j}$ și $\vec{k}$ în lungul muchiilor cubului, normala la suprafața cristalului este: $\vec{n} = \vec{i} + \vec{j} + \vec{k} / \vec{i} + \vec{j} + \vec{k}$ $\vec{n} = (\vec{i} + \vec{j} + \vec{k}) / \sqrt{3}$ Distanța interplanară (proiecția unei muchii pe direcția normalei) este: $d = a \vec{n} \vec{i} = a \vec{n} \vec{j} = a \vec{n} \vec{k} = a / \sqrt{3} = 2,03 \text{ \AA}$ Alternativ, diagonală cubului este $a\sqrt{3}$ iar distanța dintre planele consecutive este de 1/3 din lungimea diagonalei. (se acordă punctajul integral de 0,50p) $d = a / \sqrt{3} = 2,03 \text{ \AA}$	0,20 p 0,30 p	0,50 p																									
6) <table><thead><tr><th>$U^{1/2}$ (V)</th><th>n</th><th>d (10^{-10} m)</th></tr></thead><tbody><tr><td>5,3</td><td>2</td><td>2,35</td></tr><tr><td>8</td><td>3</td><td>2,34</td></tr><tr><td>11,4</td><td>4</td><td>2,19</td></tr><tr><td>14,7</td><td>5</td><td>2,12</td></tr><tr><td>18,1</td><td>6</td><td>2,06</td></tr><tr><td>21,2</td><td>7</td><td>2,06</td></tr><tr><td>24,2</td><td>8</td><td>2,06</td></tr></tbody></table>	$U^{1/2}$ (V)	n	d (10^{-10} m)	5,3	2	2,35	8	3	2,34	11,4	4	2,19	14,7	5	2,12	18,1	6	2,06	21,2	7	2,06	24,2	8	2,06	$2d \cos \theta_1 = n \lambda$ $d_{\text{exp}} = n h / ((2m_e e U)^{1/2} 2 \cos \theta_1)$ Dacă se elimină primele două valori ca fiind mult diferite de celelalte, se obține: $\langle d_{\text{exp}} \rangle = 2,10 \cdot 10^{-10} \text{ (m)}$ Altfel $\langle d \rangle = 2,2 \cdot 10^{-10} \text{ (m)}$ (se vor acorda doar 0,50 p) (Din cauza faptului că numărul de valori experimentale este mai mic decât 10, nu se calculează abaterea standard a valorii medii) Abaterea medie: $\langle \Delta d \rangle = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 d_i - \langle d \rangle$ $\langle \Delta d \rangle = 0,08 \cdot 10^{-10} \text{ (m)}$ $d_{\text{exp}} = (2,10 \pm 0,08) \cdot 10^{-10} \text{ (m)}$	0,10 p 0,15 p 0,75 p 0,50 p	1,50 p	
$U^{1/2}$ (V)	n	d (10^{-10} m)																										
5,3	2	2,35																										
8	3	2,34																										
11,4	4	2,19																										
14,7	5	2,12																										
18,1	6	2,06																										
21,2	7	2,06																										
24,2	8	2,06																										

- 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.

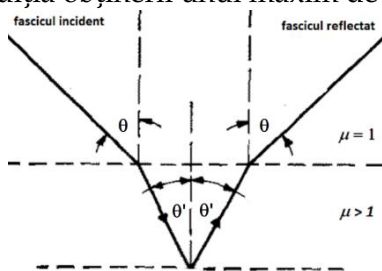


MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Brașov 21-26 aprilie 2024
Proba practică
Clasa a XII-a



Pagina 6 din 6

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

7)						
n	$U'^{1/2}$ $(V)^{1/2}$	$U^{1/2}/n$ $(V)^{1/2}$	$2d \cos \theta_1 = n \cdot h / (2m_e e U)^{1/2};$ $(U_n)^{1/2} = n \cdot h / (2d \cos \theta_1 (2m_e e)^{1/2})$	0,10 p		
2	6,14	3,07				
3	9,20	3,07				
4	12,27	3,07	pentru valorile din coloana a 2-a:	0,80 p	1,00 p	
5	15,34	3,07				
6	18,41	3,07				
7	21,48	3,07	$(U'_n)^{1/2} = n \cdot 3,07 (V)^{1/2}$	0,10 p		
8	24,55	3,07				
8)						
În conformitate cu notațiile din desen, diferența de drum optic între fasciculele reflectate este:				0,25 p		
Utilizând legea refracției:				0,10 p		
se obține prin calcul :				0,30 p		
Condiția obținerii unui maxim de interferență, $\delta_n = n\lambda$ devine:						
				0,10 p	1,00 p	
$\delta = 2(d \mu / \cos \theta' - d \tan \theta' \sin \theta)$						
$\sin \theta = \mu \sin \theta'$						
$\delta = 2d (\mu^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}$						
$2d(\mu^2 - \sin^2 \theta)^{1/2} = n\lambda_n$				0,10 p		
pentru desen				0,25 p		
9)						
n	$U^{1/2}$ $(V)^{1/2}$	μ	$2d(\mu^2 - \sin^2 \theta_1)^{1/2} = n\lambda$ $\lambda = h / (2m_e e U)^{1/2}$	0,10 p		
2	5,3	1,153		0,10 p		
3	8	1,146				
4	11,4	1,074	$\mu = (n^2 h^2 / (8m_e e U d^2) + \sin^2 \theta_1)^{1/2}$	0,30 p	1,00 p	
5	14,7	1,042				
6	18,1	1,017	pentru datele din tabel:	0,50 p		
7	21,2	1,013				
8	24,2	1,014				

Bareme propuse de:

Prof. Mircea Noru PARPALEA – Colegiul Național „Andrei Șaguna” Brașov
 Prof. Mircea Paul TĂNĂSESCU – Colegiul Național „Andrei Șaguna” Brașov

Pagina 6 din 6

- 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.