

Exemplele de mai sus pot fi realizate și cu ajutorul funcțiilor `strcpy()` și `strcat()` sau implementând alți algoritmi optimizați, în dependență de contingentul de studenți, pregătirea lor inițială, creativitatea și nivelul de dezvoltare a competențelor de programare.

Concluzii. Desfășurarea unor astfel de activități la disciplinele informatice vor contribui la o bună cunoaștere a unor procese interne ale mașinii, la însușirea unor algoritmi matematici și de programare referitor la conversii și operații în binar, la dezvoltarea competențelor de colaborare, lucru în echipă și de creativitate.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. Gremalschi, A.; Vasilache, G.; Gremalschi, L. Informatica: Manual pentru clasa a 7-a. [Ed. a 3-a]. Ch.: I.E.P. Știința, 2020 (Tipogr. „Balacron”). 152 p. ISBN 978-9975-85-248-7.
2. Gremalschi, A.; Mocanu, Iu.; Gremalschi, L. Informatica: Manual pentru clasa a 11-a. Ch.: I.E.P. Știința, 2020 (Combinatul Poligrafic). 224 p. ISBN 978-9975-85-246-3.
3. Pavel, M.; Pavel, D. Abordări didactice ale aplicabilității operatorilor logici pe biți. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice. Didactica științelor exacte*. Vol. 1, 27-28 februarie 2021. Chișinău, Republica Moldova: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, 2021, pp. 147-152. ISBN 978-9975-76-324-0.

CZU:37.853(076.5)

OPTICĂ ONDULATORIE – LUCRĂRI DE LABORATOR

PETCU Steliana, director, profesor

Școala Gimnazială Luceafărul, București, România

Rezumat. *Difracția este ansamblul fenomenelor produse de natura ondulatorie a luminii, care apar atunci când se propagă într-un mediu cu caracteristici eterogene foarte pronunțate. În articol se descriu trei lucrări de laborator la tema difracției, și anume:*

Laboratorul 1: Determinarea lungimii de undă a radiației folosite cu ajutorul rețelei de difracție

Laboratorul 2: Determinarea lărgimii fantei cu ajutorul difracției pe o fantă în lumina paralelă

Laboratorul 3: Determinarea distanței dintre fantele unui dispozitiv Young

Efectuarea experimentelor și fotografiile rezultate în urma acestora au fost realizate în laboratorul de fizică al Colegiului Național Mihai Viteazul din București, cu sprijinul domnului Director Sever Popa, profesor de fizică.

Cuvinte - cheie: difracție, lumină, undă, radiație, fantă, dispozitiv Young.

Abstract. Diffraction is the set of phenomena due to the waving nature of light, which occur when propagated in an environment with very pronounced heterogeneous characteristics. The article describes three Labs on the topic of diffraction, namely:

Lab 1: Finding the waving length of the radiation used by the grid diffraction

Lab 2: Finding the width of the slit by diffraction on a slit in parallel light

Lab 3: Finding the distance between the slots of a Young device

The experiments and photos were performed in the physics laboratory of the Mihai Viteazul National College in Bucharest, with the support of Director Sever Popa.

Keywords: diffraction, light, wave, radiation, slot, Young device.

Lucrarea 1: Determinarea lungimii de undă a radiației folosite cu ajutorul rețelei de difracție

Introducere:

Rețeaua de difracție reprezintă un număr foarte mare de fante paralele, toate de aceeași lărgime și aflate la distanțe egale. Fie N – numărul de trăsături practicate pe lungimea L a rețelei. Atunci, $n = \frac{N}{L}$ reprezintă numărul de trăsături pe unitatea de lungime. Fie l – constanta rețelei, astfel încât: $l = \frac{1}{n}$. Între undele luminoase provenite de la două fante vecine apare o diferență de drum optic care se scrie: $\delta = l(\sin i - \sin \alpha)$.

Pentru că pe ecran să se obțină un maxim prin compunerea tuturor fasciculelor ce provin de la cele N fante, difractate sub același unghi α , trebuie ca: $\delta = k\lambda$, $k=0,1,2,3,\dots$

Luând în calcul fenomenul de difracție a tuturor fasciculelor, pentru toate direcțiile avem:

$$\delta = l(\sin i \pm \sin \alpha) = k\lambda, k = 0,1,2,3,\dots$$

Pentru cazul în care $i=0$, relația de mai sus devine: $l \sin \alpha = k\lambda$. Pentru unghiuri mici de difracție, $\sin \alpha \sim \operatorname{tg} \alpha$.

În figura 1 se vede că: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{D}$,

Atunci: $\lambda = \frac{l \sin \alpha}{k} = \frac{l \operatorname{tg} \alpha}{k} = \frac{lx}{kD} = \frac{x}{knD}$, unde:

n – numărul de trăsături pe unitatea de lungime;

x – distanța din centrul ecranului până la punctul în care s-a format un maxim;

k – ordin de difracție (0, 1, 2, 3, ...);

D – distanța de la ecran la rețeaua de difracție.

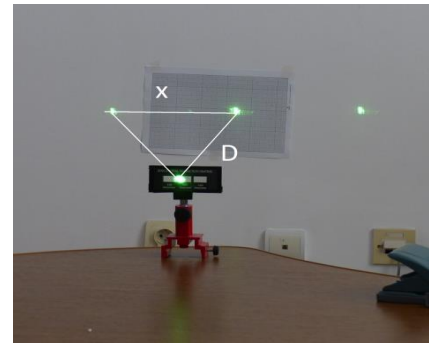
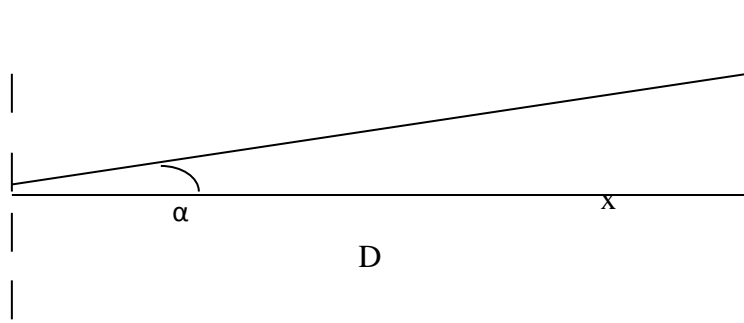


Fig. 1. Rețea de difracție

Metodologia cercetării:

Rezultatele fotografiate în urma experimentelor de optică ondulatorie apar în figurile 2a pentru radiația de culoare verde și 2b pentru radiația de culoare roșie.



Fig. 2a. Maximul principal și maximele de ordin 1, 2, 3 pentru culoarea verde



Fig. 2b. Maximul principal și maximele de ordin 1, 2, 3 pentru culoarea roșie

Informațiile suplimentare le-am obținut folosind aplicația IMAGE J.

Cunoaștem distanța de la rețea la ecran $D = 1,50 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$.

Am mărit fotografiile și am citit de pe suport valorile rețelelor de difracție cu care s-a lucrat. Am găsit trei valori corespunzătoare celor trei rețele de difracție alăturate și anume:

$$n_1 = 100 \text{ lines/mm}; n_2 = 300 \text{ lines/mm}; n_3 = 600 \text{ lines/mm}$$

Folosind aplicația IMAGE J am găsit valorile corespunzătoare pentru distanțele de la maximul principal la maximele de ordin 1, 2, 3, ... Exemplu: figura 3.

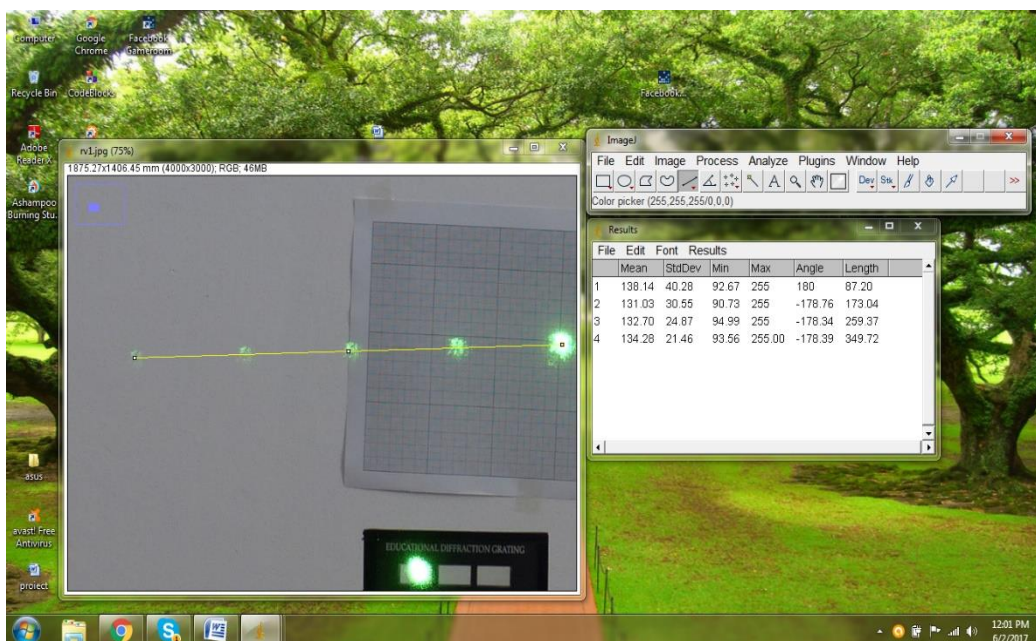


Fig. 3. Valori pentru distanțele de la maximul principal la maximele de ordin 1, 2, 3

Am efectuat măsurătorile pentru culoarea verde (pozele rv1, rv2, rv3) și pentru culoarea roșie (pozele rr1, rr2, rr3). Am trecut rezultatele obținute într-un tabel și am calculat lungimea de undă a radiației folosite.

Rezultate și discuții:

Tabelul 1. Lungimea de undă medie pentru radiația de culoare verde

Rețeaua de difracție	D(mm)	k	x (mm)	λ (nm)	λ_{mediu} (nm)
n₁ = 100 linii/mm	1500	1	87,2	581,3333	564,9753
		2	173,04	576,8000	
		3	259,37	576,3777	
		4	349,72	582,8666	
n₂ = 300 linii/mm	1500	1	251,37	558,6000	
		2	528,19	586,8777	
		3	765,92	567,3481	
n₃ = 600 linii/mm	1500	1	440,64	489,6000	

Tabelul 2. Lungimea de undă medie pentru radiația de culoare roșie

Rețeaua de difracție	D(mm)	k	x (mm)	λ (nm)	λ_{mediu} (nm)
n₁ = 100 linii/mm	1500	1	100,06	667,0666	667,5733
		2	201,78	672,6000	
		3	305,47	678,8222	
		4	415,09	691,8166	
n₂ = 300 linii/mm	1500	1	302,43	672,0666	
		2	600,19	666,8777	
n₃ = 600 linii/mm	1500	1	561,40	623,7777	

Concluzii:

Din prelucrarea datelor experimentale am obținut că s-a lucrat cu radiație de culoare verde cu lungimea de undă $\lambda_{\text{verde}} = 564,9753 \text{ nm}$ și radiație de culoare roșie cu $\lambda_{\text{roșu}} = 667,5733 \text{ nm}$. Pot să apară erori la folosirea aplicației IMAGE J, atunci când calibrăm scala și stabilim mărimea distanțelor din centrul ecranului până la punctul în care s-a format un maxim.

Lucrarea 2: Determinarea lărgimii fantei cu ajutorul difracției pe o fantă în lumina paralelă

Introducere: Fraunhofer a observat că privind printr-o fantă îngustă, dreptunghiulară, un izvor luminos îndepărtat, imaginea acestuia se deformează foarte mult pe măsură ce fanta se îngustează.

Diferența de drum este: $\delta = \frac{a}{2} \sin \varphi$, unde a este lărgimea fantei.

Punând condiția ca diferența de drum optic să fie $\frac{\lambda}{2}$, se obține: $\sin \varphi = \frac{\lambda}{a}$.

Condiția pentru a obține o franjă întunecată este: $\sin \varphi = \frac{k\lambda}{a}$, unde $k = 1, 2, 3, \dots$

Din figura 4 deducem că: $\sin \varphi = \text{tg } \varphi = \frac{x}{D}$. De aici reiese relația $\frac{k\lambda}{a} = \frac{x}{D}$. Prin prelucrare ajungem la formula de calcul pentru lărgimea fantei: $a = \frac{\lambda k D}{x}$

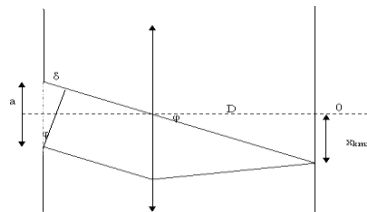


Fig. 4. Difracția pe o fantă în lumina paralelă

Metodologia cercetării:

Rezultatele fotografiate în urma experimentelor de optică ondulatorie apar în figura 5, iar informațiile suplimentare au fost obținute cu aplicația IMAGE J.

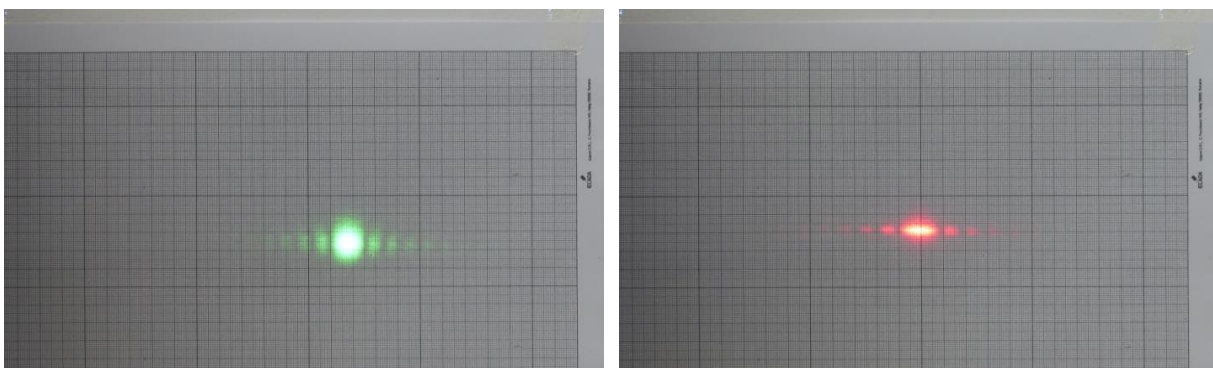


Fig. 5. Difracția pe o fantă pentru radiația verde și roșie

Cunoaștem distanța de la fantă la ecran $D = 3,80 \text{ m} = 3800 \text{ mm}$ și lungimile de undă corespunzătoare pentru radiația verde, respectiv roșie, folosită în lucrarea 1.

Din prelucrarea datelor experimentale la lucrarea 1 am obținut că s-a lucrat cu radiație de culoare verde cu lungimea de undă $\lambda_{\text{verde}} = 564,9753 \text{ nm}$ și radiație de culoare roșie cu

$\lambda_{\text{roșu}} = 667,5733 \text{ nm}$. Folosind aplicația IMAGE J am găsit valorile corespunzătoare pentru distanțele de la centrul ecranului la minimele de ordin 1, 2, 3, ..., conform figurii 6.

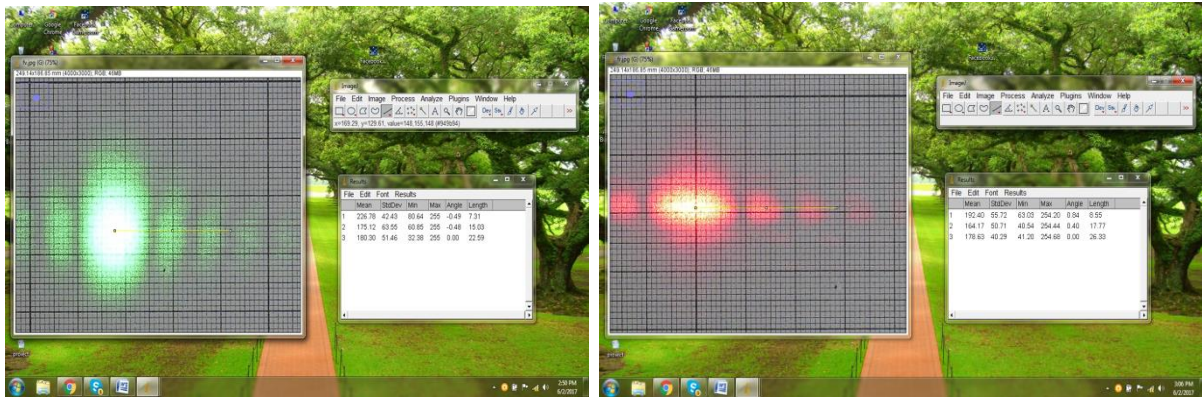


Fig. 6. Obținerea distanțelor de la centrul ecranului la minimele de ordin 1, 2, 3

Rezultate și discuții:

Tabelul 3. Valoarea medie a lărgimii fantei

Culoarea radiației	$\lambda_{\text{mediu}} \text{ (mm)}$	D(mm)	k	x(mm)	a(mm)	$a_{\text{mediu}} \text{ (mm)}$
verde	$564,9753 \cdot 10^{-6}$	3800	1	7,31	0,2936	0,2892
			2	15,03	0,2856	
			3	22,59	0,2851	
roșie	$667,5733 \cdot 10^{-6}$	3800	1	8,55	0,2966	0,2892
			2	17,77	0,2855	
			3	26,33	0,2890	

Concluzii:

Din prelucrarea datelor experimentale am obținut distanța medie de la centrul ecranului la minimele de ordin 1, 2, 3 pentru radiație de culoare verde cu lungimea de undă $\lambda_{\text{verde}} = 564,9753 \text{ nm}$ și radiație de culoare roșie cu $\lambda_{\text{roșu}} = 667,5733 \text{ nm}$. Astfel, $a_{\text{mediu}} = 0,2892 \text{ mm}$. Pot să apară erori la folosirea aplicației IMAGE J, atunci când calibrăm scala și stabilim mărimea distanțelor din centrul ecranului până la punctul în care s-a format un maxim.

Lucrarea 3: Determinarea distanței dintre fantele unui dispozitiv Young

Introducere:

Dispozitivul cu două deschideri al lui Young este cel mai vechi dispozitiv experimental pentru observarea interferenței luminii. Lumina emisă de sursa punctiformă S cade pe ecranul A, ce prezintă două deschideri mici, circulare – fantele F1 și F2 – egal depărtate de S.

Potrivit principiului lui Huygens, deschiderile F1 și F2 constituie două surse de lumină secundare. Deoarece radițiile emise de F1 și F2 provin de la aceeași sursă, ele sunt radiații coerente.

Diferența de drum optic dintre cele două unde este:

$$\delta = \frac{2xl}{D}$$

Dacă în P se obține un maxim de interferență, atunci $\delta = k\lambda$.

Egalând cele două relații se obține:

$$k\lambda = \frac{2xl}{D}$$

Știind că interfranța este distanța dintre două maxime, respectiv două minime, avem: $i = \frac{\lambda D}{2l}$, deci distanța dintre fante va fi: $2l = \frac{\lambda D}{i}$, conform figurii 7.

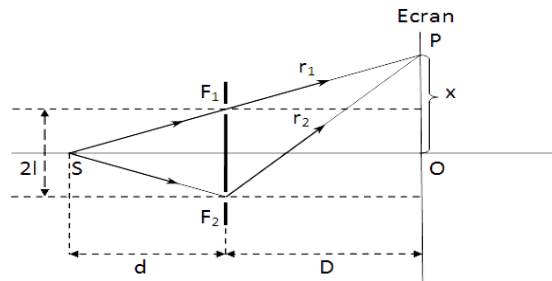


Fig. 7. Dispozitiv Young

Metodologia cercetării:

Rezultatele fotografiate în urma experimentelor de optică ondulatorie sunt prezentate în figura 8, iar informațiile suplimentare au fost obținute cu ajutorul aplicației IMAGE J.

Cunoaștem distanța de la planul fantelor la ecran $D = 3,80 \text{ m} = 3800 \text{ mm}$ și lungimile de undă corespunzătoare pentru radiația verde, folosită în lucrarea 1. Din prelucrarea datelor experimentale la lucrarea 1, am obținut că s-a folosit radiație de culoare verde cu lungimea de undă $\lambda_{\text{verde}} = 564,9753 \text{ nm}$.

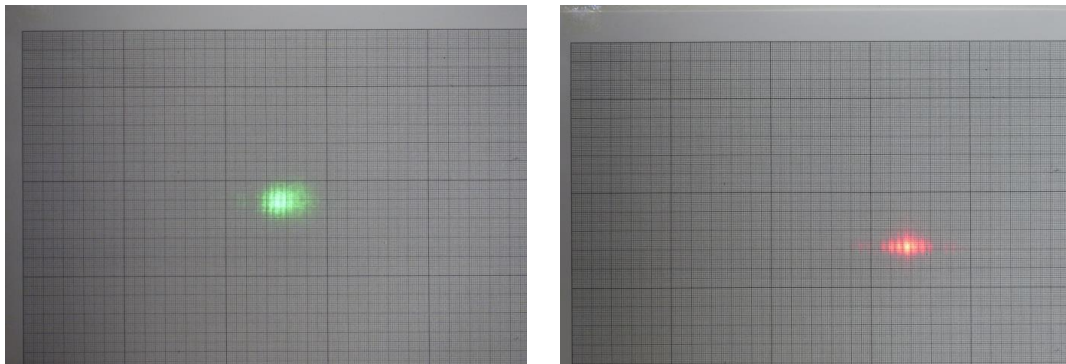


Fig. 8. Interferența luminii cu dispozitivul Young

Folosind aplicația IMAGE J, conform figurii 9 am găsit valorile corespunzătoare pentru interfranță. A fost măsurată lățimea pe care se întind N franje, iar apoi din raportul l/N a fost calculată interfranța. În calcule a fost folosită valoarea medie a interfranței.

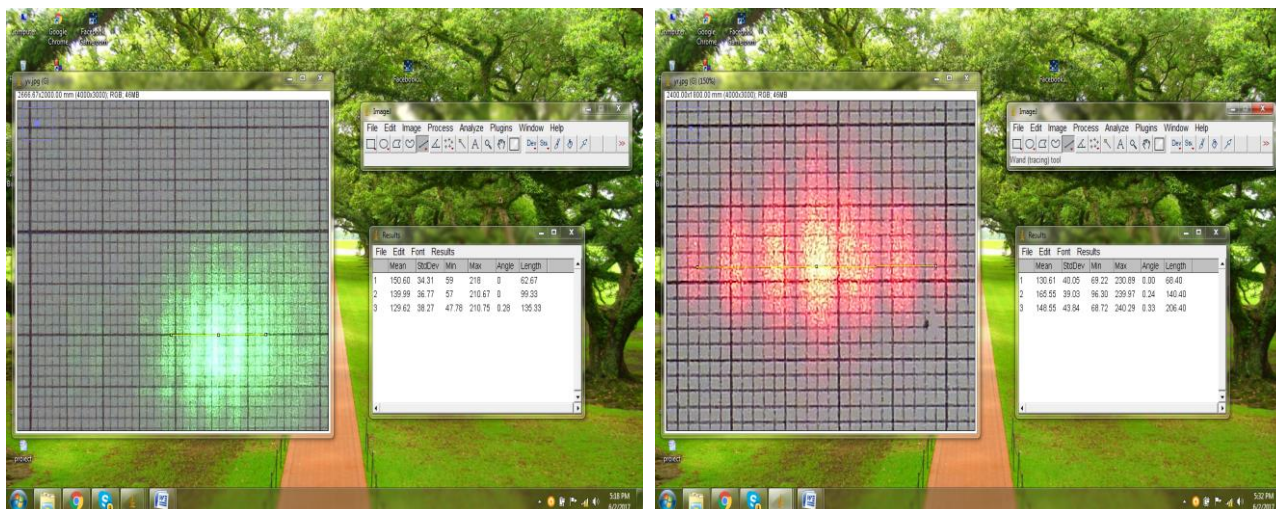


Fig. 9. Obținerea valorilor interfranței folosind aplicația IMAGE J

Rezultate și discuții:

Tabelul 4. Valoarea medie a distanței dintre fantele unui dispozitiv Young

Culoarea radiației	λ_{mediu} (mm)	D(mm)	N	l(mm)	i(mm)	i_{mediu} (mm)	2l(mm)	$2l_{\text{mediu}}$ (mm)
verde	$564,9753 \cdot 10^{-6}$	3800	2	62,67	20,89	22,81	0,094	0,0945
			4	99,33	24,83			
			6	136,33	22,72			
rosu	$667,5733 \cdot 10^{-6}$	3800	3	68,40	22,80	26,77	0,095	
			5	140,40	28,08			
			7	206,40	29,48			

Concluzii

Din prelucrarea datelor experimentale am obținut valoarea medie a distanței dintre fantele unui dispozitiv Young, pentru radiație de culoare verde cu lungimea de undă $\lambda_{\text{verde}} = 564,9753 \text{ nm}$ și radiație de culoare roșie cu $\lambda_{\text{rosu}} = 667,5733 \text{ nm}$. Astfel, $2l_{\text{mediu}} = 0,20945 \text{ mm}$.

Pot să apară erori la folosirea aplicației IMAGE J, atunci când calibrăm scala și stabilim mărimea distanțelor din centrul ecranului până la punctul în care s-a format un maxim.