

# **DIFRACTIA LUMINII PRINTR-O FANTĂ SI**

## **RELATIILE DE INCERTITUDINE ALE LUI HEISENBERG**

### **1) SCOPUL LUCRĂRII:**

- 1.1. Se măsoară distribuția intensității luminoase difractate prin fante de lărgimi variabile .
- 1.2. Se măsoară lungimea de undă a radiației difractate.
- 1.3. Se verifică corespondența dintre teorie și experiment în ceea ce privește pozițiile și intensitățile maximelor de intensitate luminoasă.
- 1.4. Se verifică relațiile de nedeterminare ale lui Heisenberg, folosind rezultatele obținute pentru distribuția intensității luminii difractate în fante de lărgimi variabile.

### **2) REZUMAT AL TEORIEI:**

Difracția este un fenomen care apare atunci când undele întâlnesc obstacole sau trec prin deschideri, și este mai vizibilă când dimensiunile acestor obstacole sunt comparabile cu lungimea de undă a unde.

Difracția implică interferența undelor care provin din diverse puncte ale obstacolului.

Există două tipuri de difracție:

-Fraunhofer, când undele sunt paralele (caz ideal)

-Fresnel, când distanțele dintre sursă, obstacol și observator sunt finite (caz real).

Principiul de nedeterminare al lui Heisenberg arată că nu putem măsura simultan cu precizie maximă două mărimi conjugate (de exemplu, poziția și impulsul unei particule), principiu care derivă din dualitatea undă-corpusul și devine important în fizica cuantică, dar poate fi neglijat în lumea macroscopică.

Unda asociată particulei are o semnificație probabilistică, indicând probabilitatea unor valori măsurate. Măsurătorile precise ale unei particule pot afecta alte mărimi ale acesteia din cauza impulsului undelor utilizate în măsurare.

### 3) DESCRIEREA MONTAJULUI

Montajul experimental este format din:

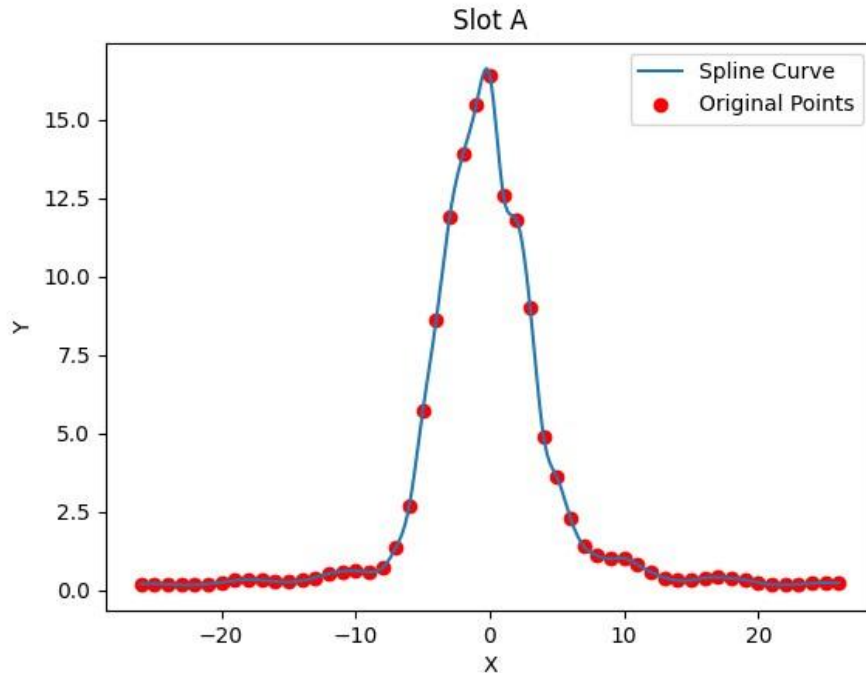
- Un banc optic gradat;
- Un laser verde care emite lumina verde, montat intr-un capat al bancului;
- Un suport pe care este montata o diafragma cu mai multe fante, plasat in dreptul laserului;
- O fotodioda care masoara intensitatea luminii difractate, prevazuta cu o incinta protectoare pentru a bloca alte surse de lumina din a perturba masuratorile;

### 4) TABELE SI REZULTATE

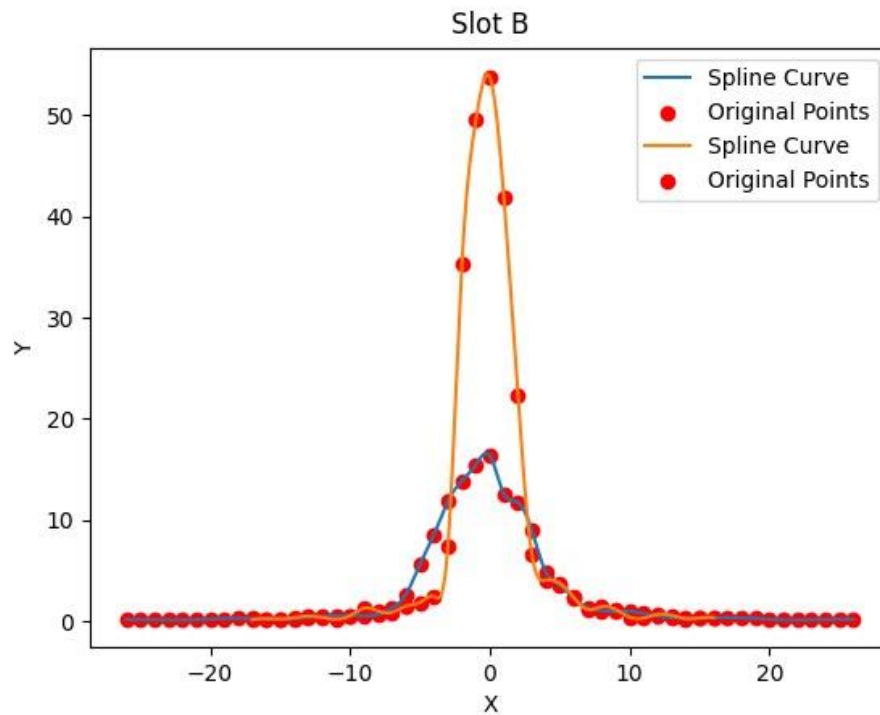
Pentru fantele A si B, a fost masurata intensitatea luminoasa, din milimetru in milimetru, la stanga si la dreapta fata de punctul maxim de intensitate, pana cand s-a ajuns la al 3lea maxim.

In urma acestor masuratori au rezultat urmatoarele grafice:

Fanta A:



Fanta B:



Tabelul 2. Pozițiile minimelor de intensitate:

Pozitie fata de MC	Sanga MC	Sanga MC	Sanga MC	Dreapta MC	Dreapta MC	Dreapta MC
Ordin minim	3	2	1	1	2	3
Pozitie X Rigla (mm)	-22.52	-15.22	-8.78	8.96	14.35	21.65

Tabelul 3. Pozițiile și valorile maximelor de intensitate:

Pozitie fata de MC		Sanga MC	Sanga MC	Sanga MC	MC	Dreapta MC	Dreapta MC	Dreapta MC
Ordin maxim		3	2	1		1	2	3
Fanta A	Xmaxim	-25.3	-18	-10.17	-0.26	9.83	16.78	25.3
	U_F(mv)	0.21	0.34	0.62	16.63	1.03	0.41	0.24
Fanta B	Xmaxim	-16.12	-12.92	-8.83	-0.11	4.3	8.16	12.25
	U_F(mv)	0.31	0.56	1.37	53.95	4.13	1.53	0.76

Tabelul 4. Determinarea lungimii de undă a laserului din poziția minimelor de intensitate:

Ordin minim	1	2	3
X <sub>mn</sub>	8.87	14.78	22.09
Lambda	591.3	492.75	490.82

Tabelul 5 Comparația experiment-teorie pentru maximele de intensitate:

	Fanta A	Fanta A	Fanta A	Fanta B	Fanta B	Fanta B
Ordin maxim	1	2	3	1	2	3
X <sub>Mne</sub> (mm)	10	17.39	25.3	6.57	10.54	14.18
X <sub>Mnt</sub> (mm)	11.26	19.36	27.33	5.63	9.68	13.67
k <sub>xM</sub>	0.89	0.9	0.93	1.17	1.09	1.04
I <sub>ne</sub>	0.035338	0.007714	0.003791	0.027193	0.010196	0.007032
k <sub>I</sub>	0.75	0.46	0.45	0.58	0.61	0.84

Tabelul 6 Pozițiile primului minim de intensitate pentru cele 3 fante:

Fanta	Fanta A	Fanta A	Fanta A	Fanta A	Fanta B	Fanta B	Fanta B	Fanta B
Numarul Masuratorii	1	2	3	4	1	2	3	4
X <sub>s</sub>	-8	-9	-10	-8.5	-4	-3.5	-4.5	-3
X <sub>d</sub>	8.5	10.5	8	9.5	4.5	4	3.5	4
X <sub>m</sub> (mm)	8.25	9.75	9	9	4.25	3.75	4	3.5
k <sub>H</sub>	1.05	1.24	1.14	1.14	1.08	0.95	1.02	0.89

Rezultate relevante:

$$\lambda = (524.9597423510467 \pm 46.91935291845238) \text{ nm}$$

$$K_H = (1.0635736196319017 \pm 0.10529775024594601)$$

## 5) **INTREBARI SI RASPUNSURI:**

**Q: Care este diferenta dintre difractie si interferenta? Dar intre difractie si refractie?**

A: Difractia si interferenta sunt fenomene optice legate de comportamentul undelor luminoase. Difractia apare atunci cand undele luminoase intalnesc un obstacol sau o fanta si se curbeaza in jurul acestuia, ducand la raspandirea undelor in spatele obstacolului. Interferenta se refera la fenomenul de suprapunere a doua sau mai mult unde, rezultand zone de intensitate maxima si minima. Difractia este un proces in care undele sunt imprastiate iar interferenta este rezultatul suprapunerii acestor unde. Difractia si reflectia sunt fenomene diferite. Difractia implica curgerea si imprastierea undelor in jurul unui obstacol, in timp ce reflectia este procesul prin care lumina isi schimba directia atunci cand trece dintr-un mediu in altul, datorita schimbarii vitezei sale.

**Q: Ce influenta are difractia optica asupra imaginii vazute pe suprafata unui CD sau DVD pe care cade lumina? Ce se petrece cand inclinam suprafata lor sub unghiuri de incidenta diferite?**

A: Difractia joaca un rol important in formarea modelelor de culoare pe suprafata CD-urilor si a DVD-urilor. Aceste discuri au microstructuri dispuse circular, care actioneaza ca o grila de difractie. Cand lumina cade pe ele, se imprastie si creeaza un spectru de culori vizibile. Atunci cand inclinam discul sub diferite unghiuri, schimbam unghiul de incidenta al luminii, si implicit, unghiul la care sunt difractate diferitele lungimi de unda, ceea ce schimba culorile si intensitatea acestora pe care le vedem pe disc.

**Q: Cum influenteaza fenomenul de difractie, capacitatea unui instrument optic de a distinge doua puncte foarte apropiate dintr-o imagine?**

A: Difractia limiteaza rezolutia unui instrument optic. Atunci cand lumina trece printr-o lentila sau o deschidere, doua puncte sunt foarte apropiate, modelele de difractie produse de acestea se suprapun, facand dificila distingerea clara a celor doua puncte. Capacitatea unui instrument optic de a rezolva doua puncte apropiate este limitata de lungimea de unda a luminii si dimensiunea deschiderii.

**Q: Lumina unui laser este proiectata pe un ecran circular de diametru  $d$ . Cum influenteaza difractia marimea imaginii obtinute pe un ecran aflat la o distanta oarecare de ecran?**

A: Difractia cauzeaza o extindere a fasciculului laser atunci cand aceasta trece printr-o deschidere limitata. In loc sa obtinem un punct luminos clar pe ecranul de proiectie, vedem un model de difractie format dintr-un disc central luminos si inele concentrice mai slabe. Dimensiunea imaginii depinde de dimensiunea deschiderii si de lungimea de unda a luminii laserului, cu cat deschiderea este mai mica, cu atat modelul de difractie este mai larg.

**Q: Ce se petrece cu imaginea de pe ecranul din fig.1.b, daca diametru fasciculului laser, incident in centru fantei, este mai mic decat latimea fantei; dat daca este mai mare?**

A: Daca diametrul fasciculului laser este mai mic decat latimea fantei, lumina va trece aproape neperturbata, iar modelul de difractie va fi mai restrans. Daca diametrul fasciculului laser este mai mare decat latimea fantei, lumina va fi difractata mai intens si modelul de difractie va deveni mai larg. Astfel, marimea fasciculului in raport cu fanta influenteaza cat de mult se raspandeste lumina pe ecran.

**Q: Este posibil, conform relatiei  $dE \cdot dt \geq h$ , ca daca obtinem intr-un experiment ca  $dt$  sa tinda spre zero, sa obtinem energie? Daca da, de unde? Este incalcat cumva principiul conservarii energiei?**

A: Daca  $dt$  tinde spre zero,  $dE$  devine foarte mare, dar acest lucru nu inseamna ca energia poate fi creata din nimic, ci ca exista fluctuatii energetice pe perioade foarte scurte de timp. Aceste fluctuatii sunt posibile conform principiilor mecanicii cuantice si nu incalca principiul conservarii energiei deoarece energia medie pe termen lung este constanta.

**Q: Un flux de particule trece prin fanta din fig.1 si cade pe un ecran E aflat la o distanta oarecare de fanta. Este oare posibil sa obtinem pe ecran, (prin ingustarea fantei), o pata de particule oricat de mica? Oferiti o explicatie in termenii relatiilor de nedeterminare ale lui Heisenberg.**

A: Nu, nu este posibil sa obtinem o pata de particule oricat de mica, prin ingustarea fantei. Conform principiului incertitudinii lui Heisenberg, daca ingustam fanta, determinam mai precis pozitia particulelor, dar crestem incertitudinea impulsului lor. Aceasta crestere a incertitudinii impulsului determina o raspandire mai mare a particulelor dupa trecerea prin fanta, ceea ce duce la o extindere a pantei pe ecran. Acest efect este rezultatul direct al principiului incertitudinii, care sugereaza ca nu putem masura simultan pozitia si impulsul cu precizie infinita.

**Q: Ce aplicatii tehnice vedeti pentru relatiile  $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$  si  $\Delta E \Delta t \geq \hbar/2$ ?**

A: Relatiile de incertitudine ale lui Heisenberg sunt fundamentale pentru tehnologiile cuantice, cum ar fi microscopul electronic si dispozitivele de imagistica, care se bazeaza pe principiile de difractie si interferenta. De asemenea, ele sunt esentiale in functionarea laserelor cu durata foarte scurta, unde impulsurile scurte de lumina permit studierea proceselor extrem de rapide. Principiul incertitudinii mai este aplicat si in criptografia cuantica si computatia cuantica, unde fluctuatiile energetice si interactiunile de scurta durata sunt utilizate pentru a controla informatiile la nivel cuantic.

**Q: Ce explicatii gasiti daca parametru  $k_H$  se dovedeste a fi neunitar?**

A: Daca parametrul  $k_H$  se dovedeste a fi neunitar, acest lucru ar sugera ca exista o discrepanta in masuratorile sau calculele efectuate. In context fizic, neunitatea unui astfel de parametru ar putea indica existenta unor pierderi de energie, disipare sau interactiuni neintentionate cu mediul extern. De asemenea, ar putea sugera necesitatea revizuirii teoriei sau a modelului matematic utilizat pentru a descrie fenomenul, semnaland ca presupunerile initiale nu sunt pe deplin corecte sau ca exista factori aditionali care trebuie luati in considerare.

