



*Concursul Preolimpic de Fizică  
România - Ungaria - Moldova  
Ediția a XIV-a, Satu - Mare  
Proba experimentală, 20 mai 2011*



MINISTERUL  
EDUCAȚIEI  
CERCETĂRII  
TINERETULUI  
ȘI SPORTULUI

*Problema experimentală nr.1 (10 puncte)*

*Studiul figurilor Moiré*

Atunci când se suprapune o folie transparentă pe care este imprimată o rețea optică peste o foaie de hârtie pe care este imprimată o altă rețea optică, se poate observa o figură Moiré (figura 1).

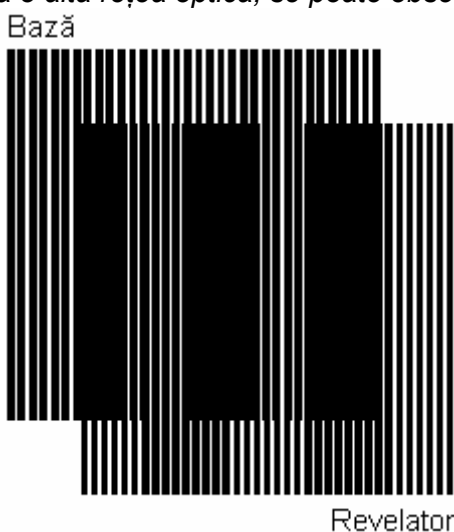


Figura 1

Perioada rețelei optice este definită ca distanța dintre axele centrale a două linii succesive. În experimentele cu figuri Moiré diferența dintre perioadele celor două rețele optice este foarte mică.

În cele ce urmează foaia de hârtie având imprimată o rețea optică așezată sub foaia transparentă este numită „bază”. Folia transparentă situată deasupra și care are imprimată o rețea optică este numită „revelator”. Perioada bazei este notată cu  $b$ , iar cea a revelatorului este notată cu  $r$ .

În urma suprapunerii bazei și revelatorului apare figura Moiré, în care se repetă periodic benzi luminoase și benzi întunecoase numite linii Moiré. Zonele întunecoase corespund locurilor în care liniile negre ale uneia dintre rețele sunt situate între liniile negre ale celei de-a doua rețele, obturând astfel zonele transparente. Benzile luminoase corespund locurilor în care liniile celor două rețele se suprapun (figura 2). Distanța  $m$  dintre două benzi luminoase sau întunecoase consecutive (numită perioada figurii Moiré) este mult mai mare decât perioadele celor două rețele.

În situația în care  $b > r$ , numărul liniilor rețelei bază care se cuprind într-o perioadă  $m$  a figurii Moiré este cu unu mai mic decât numărul liniilor rețelei revelator care se cuprind în această perioadă  $m$ .

$$\frac{m}{b} = \frac{m}{r} - 1 \quad (1)$$

Perioada figurilor Moiré

$$m = \frac{b \cdot r}{b - r} \quad (2)$$

este cu atât mai mare, cu cât diferența  $b - r$  este mai mică.

În situația în care revelatorul are perioada mai mare decât baza  $r > b$ , perioada figurii Moiré este dată de valoarea absolută a expresiei din relația (2).

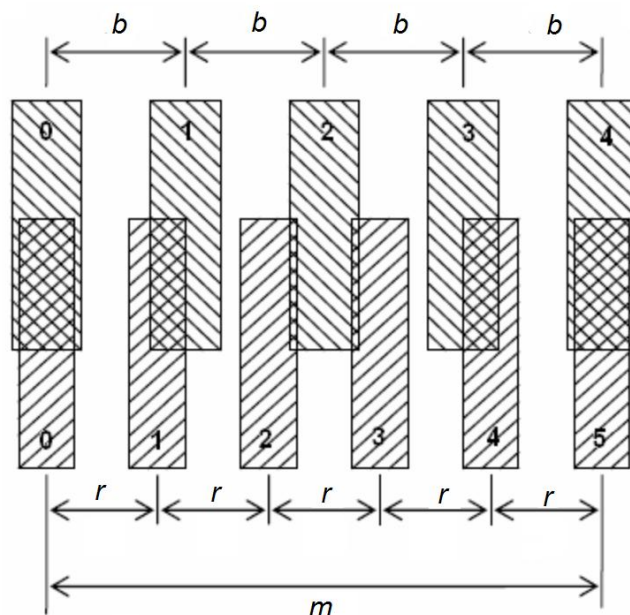


Figura 2

Figurile Moiré sunt utilizate în studii legate de curgerea fluidelor, în rezolvarea unor probleme tehnice legate de propagarea undelor, în analiza tensiunilor mecanice, în cristalografie, în optică, în matematică, în psihologia percepției etc.

Problema experimentală nr.1 îți propune să efectuezi un studiu al figurilor Moiré și să determini perioadele a două rețele optice, utilizând două metode experimentale diferite.

### Setul experimental

Pentru rezolvarea problemei experimentale nr. 1 ai la dispoziție următoarele obiecte:

- I. O placă de polistiren expandat în care poți fixa ace cu gămălie și pe care o vei folosi ca banc de lucru.
- II. Un plic ce conține:
  - A. O folie transparentă pe care este scris textul „Revelator, ruler, protractor”. Pe această folie sunt imprimate:
    - Un raportor.
    - O riglă care are diviziuni mari împărțite în câte zece diviziuni mici. Diviziunea mică a acestei rigle reprezintă unitatea arbitrară (u.a.) pentru distanțe a experimentului.
    - O rețea optică a cărei perioadă este 0,76 u.a.
  - B. O foaie de hârtie pe care este scris textul „Grid 1” Pe această foaie sunt imprimate:
    - Un raportor.
    - O riglă care are diviziuni mari împărțite în câte zece diviziuni mici. Diviziunea mică a acestei rigle reprezintă unitatea arbitrară (u.a.) pentru distanțe a experimentului.
    - O rețea optică a cărei perioadă este necunoscută.
  - C. O foaie de hârtie pe care este scris textul „Grid 2”. Pe această foaie sunt imprimate:
    - Un raportor.
    - O riglă care are diviziuni mari împărțite în câte zece diviziuni mici. Diviziunea mică a acestei rigle reprezintă unitatea arbitrară (u.a.) pentru distanțe a experimentului.
    - O rețea optică a cărei perioadă este necunoscută.

- D. O foaie de hârtie pe care este scris textul „Circle”. Pe această foaie este imprimată o rețea circulară.
- E. O folie transparentă pe care nu este imprimat nimic.

**Atenție: poți să scrii sau să desenezi numai pe această folie. Nu ți se permite să scrii sau să desenezi pe folia și pe foile menționate la punctele A, B, C și D.**

III. O pungă mică de plastic care conține câteva ace cu gămălie și un marker cu care poți scrie pe hârtie și pe folia transparentă.

### *Sarcina de lucru 1 - Rețele paralele*

Folosește folia transparentă marcată „Revelator, ruler, protractor” și foaia de hârtie marcată cu „Grid 1”, eventual o folie transparentă nescrisă, ace cu gămălie și markerul. Așează folia transparentă marcată „Revelator, ruler, protractor” peste foaia de hârtie „Grid 1”, astfel încât liniile celor două rețele optice să fie paralele.

**1a.** Determină valoarea în u.a. a perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie „Grid 1”.

Utilizează folia transparentă marcată „Revelator, ruler, protractor” și foaia de hârtie marcată cu „Grid 2”, eventual o folie transparentă nescrisă, ace cu gămălie și markerul. Așează folia transparentă marcată „Revelator, ruler, protractor” peste foaia de hârtie „Grid 2”, astfel încât liniile celor două rețele optice să fie paralele.

**1b.** Determină valoarea în u.a. a perioadei figurii Moiré observate

**1c.** Dedu valoarea în u.a. a perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie „Grid 2”.

### *Sarcina de lucru 2 - Rețele rotite*

Consideră două rețele optice; rețeaua „Revelator” care are perioada  $r$  și rețeaua „Bază” care are perioada  $b$ . Rețeaua „Revelator” este rotită cu unghiul  $\rho$  față de direcția liniilor din rețeaua „Bază”. Figura Moiré obținută în acest caz are linii separate prin perioada  $m$  și care fac unghiul  $\mu$  cu direcția liniilor din rețeaua Bază.

**2a.** Dedu expresia unghiului  $\mu$  în funcție de  $r$ ,  $b$  și  $\rho$ .

**2b.** Dedu expresia perioadei  $m$  a figurii Moiré în funcție de  $r$ ,  $b$  și  $\rho$ .

Utilizează folia transparentă marcată cu textul „Revelator” și foaia de hârtie marcată cu textul „Grid 1”, o folie transparentă nescrisă, ace cu gămălie și markerul.

**2c.** Măsoară înclinarea  $\rho$  a liniilor „Revelatorului” față de liniile rețelei „Grid 1” și perioadele  $m$  ale figurilor Moiré apărute, atunci când unghiul dintre liniile celor două rețele crește de la  $0^\circ$  la  $15^\circ$ . Efectuează cel puțin 10 măsurări și completează tabelul 1 din Foaia de Răspunsuri.

**2d.** Reprezintă grafic o dependență liniarizată între  $m$  și  $\rho$ , folosind datele experimentale din tabelul 1.

**2e.** Utilizând reprezentarea grafică realizată la sarcina de lucru 2d, determină valoarea în u.a., corespunzătoare perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie „Grid 1”.

Folosește folia transparentă marcată cu textul „Revelator” și foaia de hârtie marcată cu textul „Grid 2”, o folie transparentă nescrisă, ace cu gămălie și markerul.

**2f.** Măsoară înclinarea  $\rho$  a liniilor revelatorului față de liniile rețelei „Grid 2”, înclinarea  $\mu$  a liniilor din figurile Moiré față de direcția liniilor rețelei „Grid 2” și perioadele figurilor Moiré apărute  $m$ , atunci când unghiul dintre liniile celor două rețele crește de la  $0^\circ$  la  $10^\circ$ . Efectuează cel puțin 10 măsurări și completează tabelul 2 din Foaia de Răspunsuri.

**2g.** Reprezintă grafic o dependență liniarizată între  $m$ ,  $\mu$  și  $\rho$ , folosind datele experimentale din tabelul 2.

**2h.** Utilizând reprezentarea grafică realizată la sarcina de lucru 2g, determină valoarea în u.a., corespunzătoare perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie „Grid 2”.

### *Sarcina de lucru 3 – Erori experimentale ale metodelor utilizate*

- 3a.** Precizează sursele de eroare pentru măsurările efectuate în cadrul sarcinilor de lucru 1 și 2.
- 3b.** Dedu expresiile erorilor relative corespunzătoare perioadei rețelei „Grid 2”, pe care ai determinat-o în cadrul sarcinii de lucru 1c, respectiv în cadrul sarcinii de lucru 2h.
- 3c.** Calculează eroarea relativă a perioadei rețelei „Grid 2”, determinate în cadrul sarcinii de lucru 1c. Calculează eroarea relativă ale perioadei rețelei „Grid 2”, determinate în cadrul sarcinii de lucru 2h, pentru cel puțin un punct experimental.

### *Sarcina de lucru 4 - Franje Moiré cu rețea circulară*

Rețeaua circulară de pe foaia pe care este scris textul „Circle” este alcătuită din cercuri concentrice a căror rază crește dinspre centrul imaginii spre marginea sa cu o cantitate constantă – „perioada” rețelei circulare.

- 4a.** Utilizează folia transparentă marcată cu textul „Revelator” și foaia de hârtie pe care este scris textul „Circle” și estimează „perioada” rețelei circulare. Justifică răspunsul pentru estimarea pe care ai efectuat-o.
- 4b.** Pentru figura Moiré apărută prin suprapunerea rețelei „Circle” cu rețeaua „Revelator” dă o scurtă explicație referitoare la lărgimea și la înclinarea variabilă a franjelor Moiré observate, precum și la simetria acestor franje.

© Problemă propusă de:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național de Evaluare și Examinare – MECTS București  
Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică – Universitatea București



*Concursul Preolimpic de Fizică  
România - Ungaria - Moldova*

*Ediția a XIV-a, Satu - Mare  
Proba experimentală, 20 mai 2011*



MINISTERUL  
EDUCAȚIEI  
CERCETĂRII  
TINERETULUI  
ȘI SPORTULUI

*FOAIE DE RĂSPUNSURI*

*Problema experimentală nr.1 (10 puncte)*

*Studiul figurilor Moiré*

*Sarcina de lucru 1- Rețele paralele*

**1a.** Valoarea în u.a. a perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie "Grid 1"

0,4p

**1b.** Valoarea în u.a. a perioadei figurii Moiré observate

0,5p

**1c.** Deducerea valorii în u.a. a perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie "Grid 2"

0,5p

## *Sarcina de lucru 2- Rețele rotite*

**2a.** Deducerea expresiei unghiului  $\mu$  în funcție de  $r$ ,  $b$  și  $\rho$

0,8p

**2b .** Deducerea expresia perioadei  $m$  a figurii Moiré în funcție de  $r$ ,  $b$  și  $\rho$

0,5p

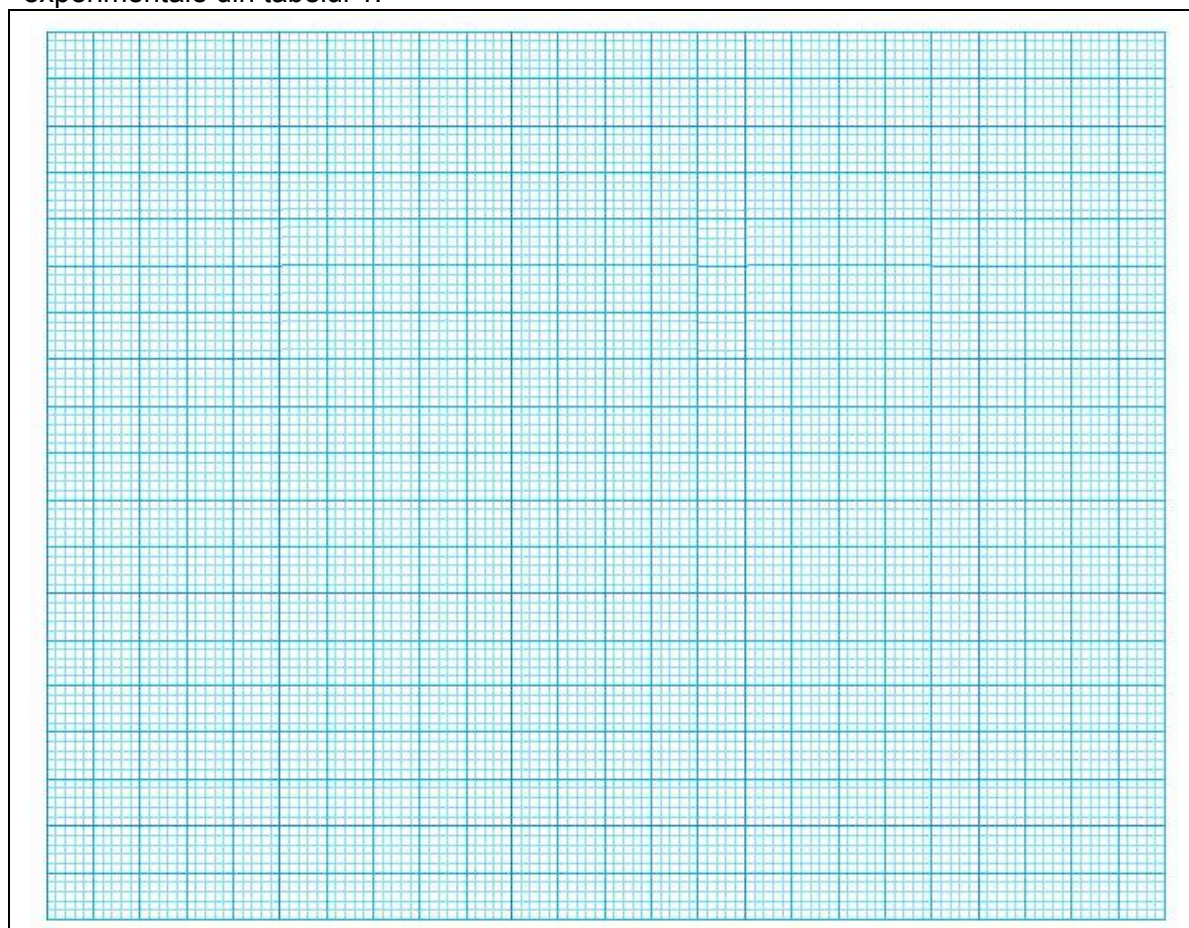
**2c. Tabelul 1**

Nr. crt.	$\rho$	$m$

Nr. crt.	$\rho$	$m$

1,0p

**2d.** Reprezentarea grafică a unei dependențe liniarizate între  $m$  și  $\rho$  , folosind datele experimentale din tabelul 1.



1,0p

**2e.** Determinarea valorii în u.a., corespunzătoare perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie “Grid 1”

0,5p

**2f.** Tabelul 2

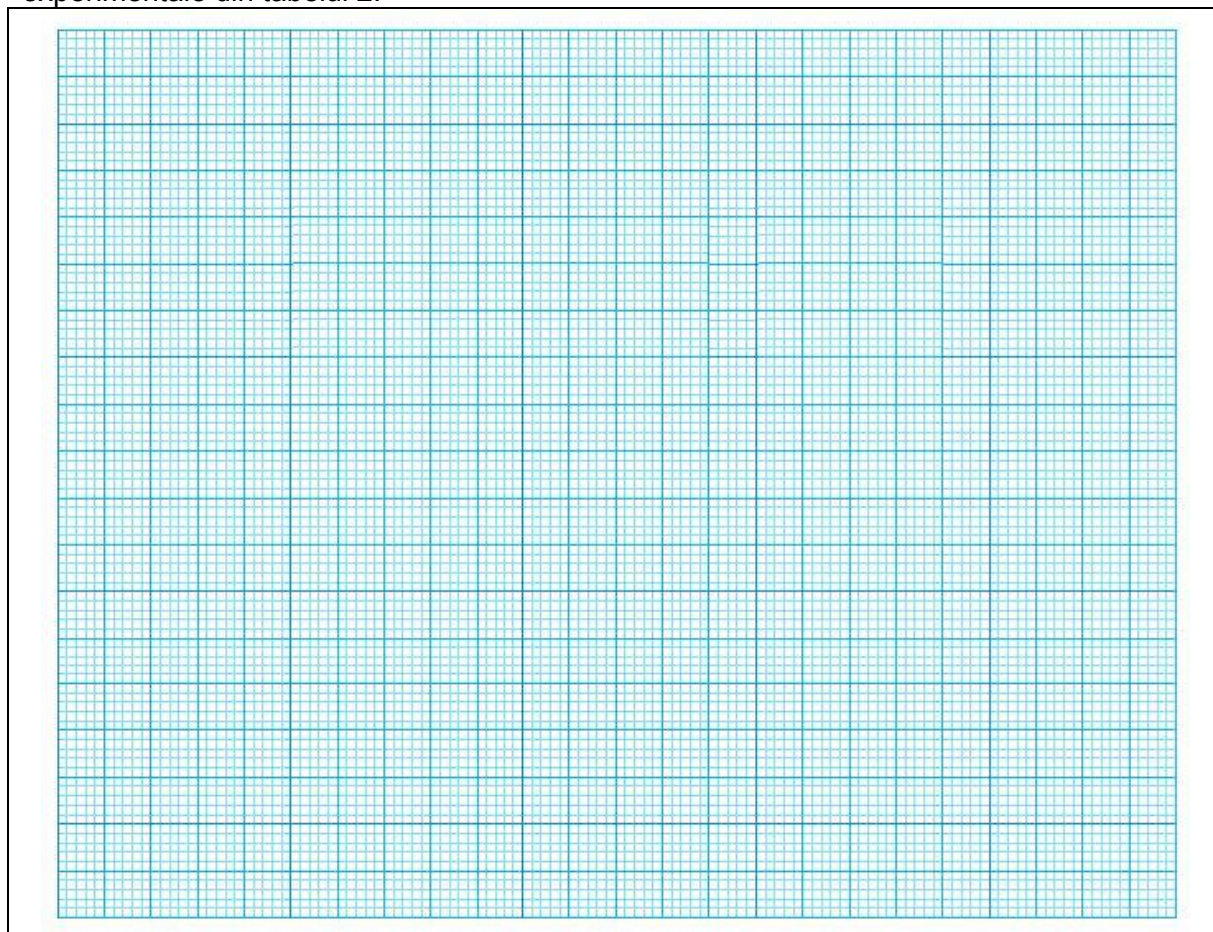
1,0p

Nr. crt.	$\rho$	$\mu$	$m$

Nr. crt.	$\rho$	$\mu$	$m$



**2g.** Reprezentarea grafică a unei dependențe liniarizate între  $m, \mu$  și  $\rho$ , folosind datele experimentale din tabelul 2.



1,0p

**2h.** Determinarea valorii în u.a., corespunzătoare perioadei rețelei optice de pe foaia de hârtie "Grid 2"



0,5p

### *Sarcina de lucru 3 – Erori experimentale ale metodelor utilizate*

**3a.** Precizarea surselor de eroare pentru măsurările efectuate în cadrul sarcinilor de lucru 1 și 2.

0,2p

**3b.** Deducerea expresiilor erorilor relative corespunzătoare perioadei rețelei „Grid 2”, determinată în cadrul sarcinii de lucru 1c, respectiv în cadrul sarcinii de lucru 2h.

0,6p

**3c.** - Calcularea erorii relative a perioadei rețelei „Grid 2”, determinate în cadrul sarcinii de lucru 1c.

0,2p

- Calcularea erorii relative a perioadei rețelei „Grid 2”, determinate în cadrul sarcinii de lucru 2h, pentru cel puțin un punct experimental.

0,2p

#### *Sarcina de lucru 4 - Franje Moiré cu rețea circulară*

**4a.** Estimarea „perioadei” rețelei circulare și justificarea răspunsului pentru estimarea făcută

0,7p

**4b.** Scurtă explicație referitoare la lărgimea și la înclinarea variabilă a franjelor Moiré observate, precum și la simetria acestei figuri

0,4p