

Olimpiada Națională de Fizică
6-11.04.2014 Cluj-Napoca
Proba practică
Subiecte

XII

Pagina 1 din 3

Subiectul A

Tema lucrării: **ABSORBȚIA LUMINII**

Materiale puse la dispoziție:

- sursă de lumină albă, fixată
- trepied,
- tijă 50 cm,
- clema de prindere,
- mufă,
- abajur (carton și agrafă de birou)
- cuvă paralelipipedică din sticlă transparentă,
- celula fotoelectrică (folosită ca traductor pentru evaluarea intensității luminii la ieșirea din probă; intensitatea curentului electric generat de fotocelulă este direct proporțională cu intensitatea luminii care cade pe suprafața fotocelulei),
- obturator pentru protejarea celulei fotoelectrice în intervalele de timp în care nu este utilizată (carton negru cu dimensiunile aproximative de 7,5 cm/8,5 cm),
- paravan (coală A₃ de hârtie neagră),
- multimetru digital, utilizat pe scala de 2000μA, pentru măsurarea intensității curentului electric la ieșirea din fotocelulă,
- cordoane de legătură,
- seringă de 10 ml,
- riglă,
- apă (volum = **150 ml**),
- soluția 1 conține un colorant de concentrație **$c_1 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$** , (**$V_1 = 150 \text{ ml}$**),
- soluția 2 conține același colorant de concentrație c_x necunoscută (**$V_2 = 50 \text{ ml}$**),
- recipient gol (pentru colectarea rezidurilor),
- filtru de culoare roșie,
- 2 coli de hârtie milimetrică,
- prosoape de hârtie,
- spatulă.

Atenție!

Pentru a proteja instrumentele puse la dispoziție, respectați ordinea indicată mai jos. *Deteriorarea instrumentelor puse la dispoziție, din cauza nerespectării acestor indicații, conduce la eliminarea din concurs.*

1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
4. Fiecare subiect se punctează de la (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora

La începerea experimentului:

1. conectați celula fotoelectrică la bornele multimetrului,
2. fixați multimetrul pe scala de 2000 μA ,
3. îndepărtați obturatorul de pe suprafața fotocelulei,
4. așezați cuva transparentă pe suprafața fotocelulei,
5. așezați paravanul astfel încât să protejați cât mai bine celula fotoelectrică de influența fondului luminos din încăperea,
6. poziționați sursa de lumină puțin lateral de verticala pe care se află situată fotocelula,
7. porniți sursa de lumină,
8. poziționați sursa de lumină deasupra fotocelulei, pe aceeași verticală,
9. verificați indicația multimetrului; **intensitatea curentului electric măsurat trebuie să se încadreze în intervalul corespunzător scalei indicate, în caz contrar opriți sursa de lumină și cereți intervenția profesorului supraveghetor,**
10. înainte de începerea măsurărilor, așteptați 2-3 minute până când indicația ampermetrului este constantă (sau variațiile nu depășesc 1-2 μA).

La terminarea experimentului:

1. opriți sursa de lumină,
2. așezați obturatorul suprafața fotocelulei,
3. opriți multimetrul.

CERINȚE:

La trecerea luminii printr-o soluție de colorant are loc un fenomen de absorbție a acesteia. Mărimea fizică asociată fenomenului de absorbție a luminii se numește absorbantă (A) și se poate calcula cu relația: $A = \ln \frac{I_0}{I}$, unde I_0 este intensitatea luminii incidente pe probă, iar I este intensitatea luminii transmise prin probă.

1. Studiați dependența absorbantei soluției 1, în domeniul spectral îngust corespunzător filtrului pus la dispoziție, în funcție de grosimea d a stratului de lichid din cuvă:
 - a) reprezentați grafic $A(d)$;
 - b) stabiliți semnificația fizică pentru coeficientul de absorbție (panta graficului obținut la punctul anterior; notat cu μ)
 - c) determinați valoarea coeficientului de absorbție, în cazul soluției 1.
2. Studiați dependența absorbantei soluției date, în domeniul spectral îngust corespunzător filtrului pus la dispoziție, în funcție de concentrația c a soluției:
 - a) reprezentați grafic $A(c)$;
 - b) scrieți relația de dependență dintre absorbantă și concentrația soluției;

Indicație: Pentru a obține soluții de concentrații diferite, puteți dilua diferite cantități din soluția 1 cu cantități corespunzătoare din apa pusă la dispoziție.

3. Pornind de la rezultatele obținute la punctele anterioare, deduceți legea absorbției sub forma unei relații matematice între intensitatea luminii la ieșirea din probă, intensitatea luminii incidente și mărimile fizice care caracterizează soluția folosită ca probă.

-
1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
 2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurărilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
 3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 4. Fiecare subiect se punctează de la (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora

4. Utilizând legea absorbției și rezultatele experimentale obținute la punctele anterioare:
 - a) stabiliți relația de calcul pentru grosimea de înjumătățire (*grosimea stratului de lichid pentru care intensitatea luminii la ieșirea din probă este jumătate din intensitatea luminii incidentă pe probă, notată cu $d_{1/2}$*)
 - b) determinați valoarea grosimii de înjumătățire pentru soluția de concentrație c_1 ;
 - c) determinați valoarea concentrației c_x a soluției 2.
5. Analizați din punct de vedere calitativ importanța utilizării filtrului și justificați alegerea culorii sale în acest experiment.

Observație:

Pentru a obține punctajul maxim acordat, pentru fiecare cerință experimentală, trebuie să redactați pe foaia de răspuns:

- *modul de lucru (descriere succintă);*
- *tabelul cu datele experimentale (minimum 5 determinări experimentale pentru fiecare cerință);*
- *graficele corespunzătoare măsurărilor făcute;*
- *interpretarea rezultatelor;*
- *surse de erori.*

Subiect propus de:

Prof. univ. dr. Simion Aștilean, Universitatea “Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca
Prof. Felicia Vălean, Liceul de informatică “Tiberiu Popoviciu” Cluj-Napoca
Prof. dr. Dumitru Georgescu, Colegiul Național “Mihai Viteazul” Turda

-
1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
 2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurărilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
 3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 4. Fiecare subiect se punctează de la (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora

Olimpiada Națională de Fizică
6-11.04.2014 Cluj-Napoca
Proba practică
Subiecte

XII

Pagina 1 din 2

Subiectul B

Tema lucrării: STUDIUL DIFRAȚIEI PE O FANTĂ DREPTUNGHIIULARĂ ÎNGUSTĂ

Materiale la dispoziție:

- a. pointer cu lumină laser având $\lambda = 635 \text{ nm}$
- b. 2 călăreți
- c. banc optic cu lungimea de 1,5 m pentru fixarea călăreților
- d. panou opac în care a fost practică o fantă îngustă dreptunghiulară
- e. riglă cu lungimea de 50 cm
- f. ecran
- g. suport pentru fantă
- h. trepied cu tijă
- i. clemă
- j. tijă cu clemă în care poate fi fixat pointerul
- k. hârtie milimetrică

Atenție! Lumina laser nu trebuie să pătrundă în ochi, deoarece poate afecta ireversibil retina.

Considerăm că lumina laser emisă de pointer cade perpendicular pe fanta dreptunghiulară îngustă și este proiectată pe ecran, suferind fenomenul de difracție. Intensitatea luminii difractate în acest caz pe direcția de unghi α are expresia:

$$I(\alpha) = I_0 \left(\frac{\sin \varphi}{\varphi} \right)^2,$$

unde $\varphi = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \alpha$, I_0 - intensitatea maximului central, d - lărgimea fantei, λ - lungimea de undă a luminii folosite.

Cerințe :

1. Pentru o distanță fantă-ecran fixată, $b = 1,2 \text{ m}$, determinați lărgimea d a fantei.

-
1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
 2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
 3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 4. Fiecare subiect se punctează de la (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora

2. Pentru două distanțe diferite fixate, $b = 1,2$ m și $b' = 1$ m, determinați experimental rapoartele:

- a. I_1/I_0 și I_2/I_0 , unde I_0 , I_1 și I_2 sunt intensitățile maximelor central, de ordinul I, respectiv de ordinul al II-lea.
- b. $\Delta x_1/\Delta x_0$, $\Delta x_2/\Delta x_0$, unde Δx_0 , Δx_1 și Δx_2 sunt lărgimile maximelor central, de ordinul I, respectiv de ordinul al II-lea.

Interpretați rezultatele obținute.

3. Lumina are un caracter dual, respectiv undă-corpusul, astfel încât în anumite experimente se comportă ondulatoriu, ca undă de natură electromagnetică (exemplu difracția), iar în altele lumina poate fi considerată ca un flux de particule numite fotoni, caracterizate de impuls și de masă de mișcare. Discutați experimentul de difracție de mai sus din perspectivă fonică și cuantică pe baza principiului de nedeterminare al lui Heisenberg. Pentru aceasta, putem presupune că intensitatea fasciculului incident poate fi redusă oricât de mult (la limită, fotonii trec unul câte unul prin fantă). Analizați din punct de vedere cantitativ imaginea de difracție proiectată pe ecran, luând în considerare minimul de ordinul I.

4. Studiați condițiile limită de difracție cu privire la deschiderea d a unei fante dreptunghiulare înguste, în condițiile în care trimitem perpendicular pe planul fantei lumină laser cu lungimea de undă λ .

Subiect propus de:

Prof. univ. dr. Simion Aștilean, Universitatea “Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca
Prof. Felicia Vălean, Liceul de informatică “Tiberiu Popoviciu” Cluj-Napoca
Prof. dr. Dumitru Georgescu, Colegiul Național “Mihai Viteazul” Turda

-
1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
 2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
 3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 4. Fiecare subiect se punctează de la (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora