

Olimpiada Națională de Fizică

Vaslui 2015

Problema IV (Optică)

Baraj

Interferență și polarizare

1. Se consideră dispozitivul interferențial din figură, în care se cunoaște distanța d dintre fantele S_1 și S_2 , precum și distanța D de la paravanul opac cu fante până la ecranul S. Fasciculele 1 și 2 sunt monocromatice (λ cunoscut) și coerente. Le considerăm liniar polarizate la abscisa $z = 0$, cu câmpul electric având doar componentele

$$\vec{E}_1 = \vec{1}_x E_0 \cos(\omega t) \text{ și } \vec{E}_2 = \vec{1}_x E_0 \cos(\omega t). \quad (1)$$

Aici $\vec{1}_x$ este versorul axei x (perpendiculară pe planul desenului).

Determinați expresia $I(\theta)$ a intensității luminii pe ecran, în direcția indicată de unghiul θ , în funcție de θ, d, E_0, ω și c , precum și media sa în timp $\langle I(\theta) \rangle$. Atenuarea fasciculelor luminoase în timpul propagării se neglijează.

2. O lamă perfect transparentă, cu grosimea w și cu indicele de refracție μ , se așează transversal în drumul fasciculului 1, după fanta S_1 . Care va fi expresia lui $\langle I(\theta) \rangle$ în această nouă situație?

3. În drumul fasciculului 1, înainte de fanta S_1 , se introduce o lamă sfert de undă (QWP), scoțându-se însă lamela din spatele acestei fante. Lama QWP reușește să schimbe starea de polarizare a acestui fascicul de la polarizarea liniară $\vec{E}_1 = \vec{1}_x E_0 \cos(\omega t)$ la polarizarea circulară

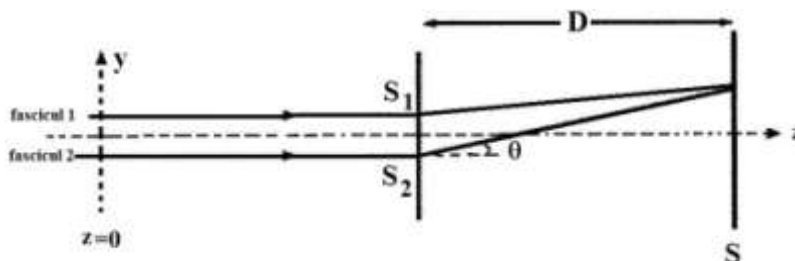
$$\vec{E}_1 = \frac{E_0}{\sqrt{2}} [\vec{1}_x \cos(\omega t) + \vec{1}_y \sin(\omega t)] \quad (2)$$

Presupuneți că lama QWP nu introduce nici-o diferență suplimentară de fază și că e perfect transparentă. Acum, în proiecție pe planul xOy, vârful vectorului \vec{E}_1 descrie un cerc (de aici denumirea de undă circular-polarizată). Considerați că unghiul θ este suficient de mic și că intensitatea de la fanta S_1 nu depinde de θ nici pentru componenta de pe direcția $\vec{1}_y$.

3.a). Care este acum expresia lui $\langle I(\theta) \rangle$?

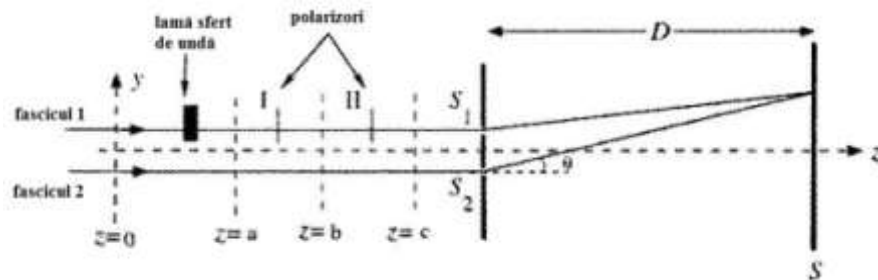
3.b). Care este valoarea maximă a acestei intensități $\langle I(\theta) \rangle_{\max}$?

3.c). Care este valoarea minimă a acestei intensități $\langle I(\theta) \rangle_{\min}$?



1. Fiecare dintre subiecte se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

4. Considerăm acum un nou experiment, anume cel schițat în figura de mai jos. Pe traiectul fasciculului 1 este prezentă lama sfert de undă (QWP) descrisă la punctul precedent, un polarizor liniar I, plasat între $z = a$ și $z = b$, care transmite mai departe doar componenta pe axa



$\vec{I}'_x = \vec{I}_x \cos \gamma + \vec{I}_y \sin \gamma$ a câmpului electric, și un alt polarizor II, plasat între $z = b$ și $z = c$, care readuce polarizarea undei pe direcția \vec{I}_x . Considerând că polarizorii I și II sunt perfect transparenți și că ei nu introduc nici-o diferență suplimentară de fază:

4.1). Scrieți expresia lui $\vec{E}_1(z = b)$;

4.2). Scrieți expresia lui $\vec{E}_1(z = c)$;

4.3). Aflați diferența de fază între fasciculele 1 și 2 la nivelul fantelor ($\alpha = ?$)

Problemă propusă de

Prof. univ. dr. Florea ULIU, Universitatea din Craiova

1. Fiecare dintre subiecte se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.