



Ministerul Educației Naționale
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare
Olimpiada Națională de Fizică
31 martie – 5 aprilie 2013
Selecția lotului olimpic lărgit

Baraj

Problema a V-a

Efect electro-optic într-o celulă Kerr

Sub acțiunea unui câmp electric \vec{E}_a , aplicat din exterior, anumite medii izotrope din punct de vedere optic, devin anizotrope. Dacă mediul optic este transparent și are indicele de refracție „ordinar” (adică cel în lipsa câmpului electric aplicat) n_0 , el devine $n = n_0 + \Delta n$ pentru o undă plană polarizată liniar pe direcția lui \vec{E}_a , dar rămâne egal cu n_0 pentru o undă plană polarizată liniar pe o direcție perpendiculară pe \vec{E}_a . Faptul că mediul are indici de refracție diferiți pe două direcții reciproc perpendiculare este cunoscut sub denumirea de *birefrință*. Deoarece așa-numiții „timp de răspuns” ai unor astfel de medii (în interacție cu câmpul aplicat și cu câmpul undelor luminoase) sunt foarte mici (de ordinul lui 10^{-10} sec), proprietățile menționate mai sus se mențin și în cazul unor câmpuri variabile în timp.

Birefrința provocată de câmpul aplicat \vec{E}_a asupra unei unde monocromatice cu lungimea de undă λ , este descrisă cantitativ de relația (legea) $\Delta n = K\lambda E_a^2$, în care factorul de proporționalitate K , practic independent de lungimea de undă (în vid) λ , este așa-numita „constantă a lui Kerr”. Pentru sulfura de carbon (CS_2) ea are valoarea $K = 3,6 \cdot 10^{-9} \text{ m.V}^{-2}$.

O cuvă de sticlă, cu lățimea a și înălțimea h (vezi figura 1) este umplută cu sulfură de carbon. Doi electrozi (armături plane) permit aplicarea unui câmp electric \vec{E}_a , pe care îl vom presupune uniform.

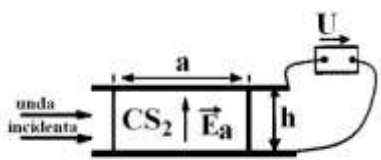


fig.1

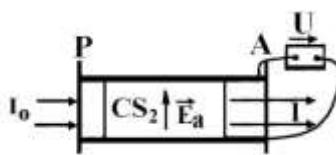


fig.2

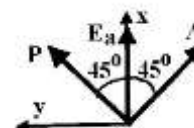


fig.3

1). Dimensiunile geometrice ale cuvei (*celulă Kerr*) sunt fixe, cu valorile $a = h = 1 \text{ cm}$. Cât trebuie să fie valoarea concretă U_0 a tensiunii electrice aplicate pentru ca celula Kerr din figură să se comporte ca o „lamă semi-undă” ?

2). Cuvă este plasată între două filtre polarizante, unul la intrare, P, numit *polarizor*, și altul la ieșire, A, numit *analizor* (vezi figura 2). Direcțiile lor de transmisie, perpendiculare între ele, sunt orientate la 45° față de direcția câmpului \vec{E}_a (vezi figura 3). Intensitatea fasciculului incident, de lumină naturală, fiind I_0 , să se determine intensitatea fasciculului luminos emergent în funcție de raportul U/U_0 , în care U este tensiunea electrică aplicată.

3). Imaginați și descrieți o aplicație practică a birefrinței induse în celulele Kerr.

Precizare: Atenuarea luminii la traversarea pereților cuvei și a lichidului din interior poate fi neglijată.

Problemă propusă de:

Prof.univ.dr. Florea Uliu, Departamentul de Fizică, Universitatea din Craiova

Prof. dr. Mihail Sandu, Liceul de Turism din Călimănești, Vâlcea

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ... 5 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoarele de buzunar, dar neprogramabile.
5. Nu se acordă punct din oficiu. Punctajul maxim acordat fiecărui subiect rezolvat corect și integral este 10. Punctajul final reprezintă suma punctajelor celor 5 subiecte.