**Raport Optică – Polarizarea prin reflexie**

Întrebarea 1: Legea lui Malus descrie relația dintre intensitatea luminii polarizate și unghiul între direcția de polarizare a luminii incidente și direcția de transmisie a unui polarizor. Această lege este exprimată matematic prin , unde:

* I este intensitatea luminii polarizate după trecerea prin polarizor.
* este intensitatea luminii incidente (înainte de a trece prin polarizor).
* este unghiul dintre direcția de polarizare a luminii incidente și direcția de transmisie a polarizorului.

Pentru a demonstra legea lui Malus în contextul proprietății polaroizorilor care elimină o componentă a intensității luminii prin absorbție dicroică, să presupunem că avem o undă de lumină nepolarizată care ajunge pe un polarizor. Un polarizor permite trecerea doar a componentei a câmpului electric paralel cu direcția sa de transmisie.

Considerăm o undă de lumină nepolarizată incidentă pe un polarizor. După ce lumina trece prin polarizor, doar componenta a câmpului electric paralel cu direcția de transmisie a polarizorului va rămâne și va contribui la intensitatea finală. Dacă notați cu unghiul dintre direcția de polarizare inițială și direcția de transmisie a polarizorului, legea lui Malus spune că intensitatea finală I va fi dată de formula .

Prin absorbția dicroică, polarizorul elimină componenta perpendiculară a câmpului electric, iar intensitatea finală depinde de pătratul cosinusului unghiului dintre direcția inițială a câmpului electric și direcția de transmisie a polarizorului.

Întrebarea 2: Relațiile dintre coeficienții lui Fresnel descriu cum o undă electromagnetică este reflectată și refractată la interfața dintre două medii cu proprietăți optice diferite. Acești coeficienți sunt notați ca R pentru reflexie și T pentru transmitere (refracție). Vom examina aceste relații pentru unda incidentă la un unghi i și unda refractată la un unghi r.

Pentru reflexie (unde reflectată), coeficientul de reflexie R este dat de

. Pentru transmitere (unde refractată), coeficientul de transmitere T este dat de , unde:

* sunt indicii de refracție ai primului și celui de-al doilea mediu.
* i este unghiul de incidență.
* r este unghiul de refracție.

Pentru a deriva aceste relații, folosim legile lui Snell pentru refracție

, unde este componenta pe direcția normală la interfață a undei incidente, iar este componenta similară a undei refractate.

Definim coeficientul de reflexie R ca raportul dintre intensitatea undei reflectate și intensitatea undei incidente. Intensitatea este proporțională la pătratul amplitudinii undei. De aici rezultă formula pentru R.

După cum se știe, pentru că întreaga intensitate a undei este sau reflectată, sau refractată, iar transmiterea este complementară cu reflectarea. Aceste relații ale coeficienților lui Fresnel sunt esențiale pentru a înțelege comportamentul undelor la interfețe optice.

Întrebarea 3: Starea de polarizare a radiațiilor reflectate și transmise la incidență Brewster este caracterizată de unghiul de incidență la care reflexia este complet polarizată pentru o undă incidentă. Acest unghi este cunoscut sub numele de unghi Brewster și este notat cu ​.

Principalele caracteristici ale stării de polarizare la incidență Brewster sunt:

1. **Reflexie polarizată:** La unghiul Brewster, radiația reflectată este complet polarizată în planul tangențial la suprafața de separare. Aceasta înseamnă că câmpul electric al undei reflectate este perpendicular pe planul incidentei.
2. **Transmitere necompromisă:** La unghiul Brewster, unda transmisă (refractată) nu suferă atenuare prin reflexie internă totală, astfel încât transmisia este maximă. În această configurație, unda transmisă este în principal neafectată de reflexia la suprafață.
3. **Relația cu indicii de refracție:** Unghiul Brewster ​ este determinat de raportul indiilor de refracție ale celor două medii. Legea lui Snell pentru reflexie la acest unghi este dată de .
4. **Polarizare circulară:** Dacă unda incidentă este polarizată circular, atunci reflexia la unghiul Brewster va produce o undă reflectată care este, de asemenea, polarizată circular, dar în sens opus. Aceasta este o caracteristică a reflexiei circulare la un unghi de polarizare specific.

În general, unghiul Brewster furnizează o configurație utilă în optică pentru a obține reflexie polarizată și transmisie maximă în același timp, ceea ce poate fi folosit în diferite aplicații, cum ar fi în designul ochelarilor de soare pentru a reduce strălucirea reflectată sau în experimente optice pentru controlul polarizării luminii.

Întrebarea 4: Unghiul de incidență Brewster () poate fi determinat folosind legea lui Snell pentru reflexie la interfața dintre două medii. Legea Snell este dată de relația .

Pentru un mediu (aer) cu un indice de refracție și un mediu (sticlă) cu un indice de refracție în intervalul [1,40 - 1,70], putem reordona această relație pentru a obține unghiul Brewster: .

Deoarece , expresia simplificată devine .

Acesta este unghiul de incidență Brewster pentru sticlă cu un indice de refracție în intervalul menționat.

Pentru a obține valoarea numerică a acestui unghi, putem utiliza funcția arc sinus într-un calculator, unde argumentul funcției este raportul ​​, iar rezultatul este unghiul de incidență Brewster în radiani. Pentru a obține valoarea în grade, putem folosi relația

Întrebarea 5: Starea de polarizare a radiațiilor la o incidență diferită de unghiul Brewster este caracterizată de o combinație variabilă a polarizării reflexiei și transmiterii la interfața dintre două medii cu indici de refracție diferiți. Să analizăm această stare pentru două cazuri distincte: unghiul de incidență sub unghiul Brewster și unghiul de incidență peste unghiul Brewster.

1. **Unghi de incidență sub unghiul Brewster:**

Reflexie polarizată: Componenta a câmpului electric a undei reflectate este polarizată, dar nu în mod complet, în planul tangențial la suprafața de separare.

Transmitere: Unda refractată la acest unghi va avea o componentă polarizată în planul perpendicular la planul tangențial, dar și o componentă în planul tangențial.

1. **Unghi de incidență peste unghiul Brewster:**

Reflexie parțial polarizată: Componenta a câmpului electric a undei reflectate va avea o anumită polarizare, dar nu va fi complet polarizată în planul tangențial.

Transmitere: Unda refractată la acest unghi va avea o combinație complexă de polarizări în planul tangențial și perpendicular la acesta.

În general, la orice unghi de incidență, reflexia și transmiterea vor conține componente polarizate. Cu toate acestea, la unghiul Brewster, reflexia devine complet polarizată în planul tangențial, iar transmiterea este maximă, fără o componentă polarizată tangențial. Caracteristicile specifice ale stării de polarizare depind de indicii de refracție ai celor două medii și de unghiul de incidență specific. Este important să se țină cont de aceste aspecte în proiectarea și analiza optică pentru a înțelege cum interacționează undele luminii la interfața dintre medii.