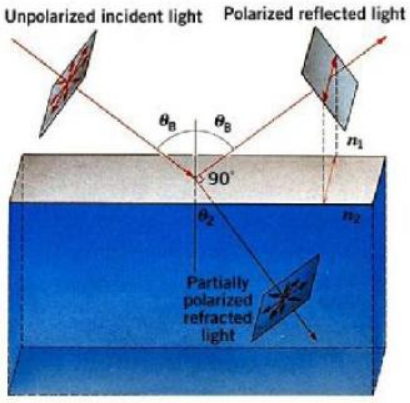
آزمایش (7)

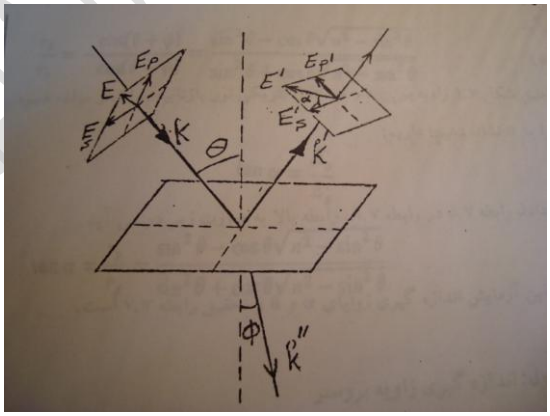
موضوع آزمایش: بررسی نور قطبی شده روی یک دی الکتریک و مقایسه نتایج آن با معادلات فرنل



وسایل مورد نیاز:
طیف سنج
چراغ سدیم و منبع تغذیه
منشور
قطبشگر و تحلیلگر

مبانی نظری آزمایش:
فرض می‌کنیم که یک موج تخت تکفام دارای قطبش خطی، تحت زاویه θ، بر فصل مشترک همواری که دو محیط دی الکتریک مختلف را از هم جدا می‌کند فرود آید (شکل1.7).

θ



(شکل 1-7)

در این حالت قسمتی از موج از سطح مشترک دو محیط بازتابیده و قسمتی از موج وارد محیط دوم شده و تحت زاویه φ شکست پیدا می‌کند. مطابق شکل مؤلفه موازی با صفحه تابش میدان الکتریکی نور فرودی را با E_P و مؤلفه عمود بر صفحه تابش میدان نور فرودی را با E_S نشان می‌دهیم.

E'_S و E'_P نیز مؤلفه‌های میدان الکتریکی نور باز تابیده می‌باشند. با توجه به شرایط مرزی که با استفاده از قوانین نظریه الکترو مغناطیس بدست می‌آیند و با استفاده از قانون اسنل، می‌توان ضرایب بازتاب را برای مؤلفه‌های عمود و موازی با صفحه تابش، از روابط زیر که به معادلات فرنال موسومند بدست آورد.

$$r_s = \frac{E'_S}{E_S} = -\frac{\sin(\theta-\emptyset)}{\sin(\theta+\emptyset)} \qquad (1.7)$$

$$r_p = \frac{E'_P}{E_P} = -\frac{\tan(\theta-\emptyset)}{\tan(\theta+\emptyset)} \qquad (2.7)$$

هرگاه بردار میدان الکتریکی نور تخت فرودی با صفحه تابش زاویه 45 درجه داشته باشد در آن صورت E_S و E_P با یکدیگر برابر بوده و از تقسیم رابطه 2.7 بر رابطه 1.7 داریم.

$$\frac{r_P}{r_S} = \frac{E'_P}{E'_S} = -\frac{\cos(\theta-\emptyset)}{\cos(\theta+\emptyset)} \qquad (3.7)$$

با توجه به اینکه محیط اول در آزمایش ما هوا است بنابراین، قانون اسنل به صورت زیر خواهد بود.

$$\sin\theta = n\sin\varphi \qquad (4.7)$$

که در آن n، ضریب شکست محیط دوم است. با استفاده از رابطه 4.7، رابطه 3.7 به صورت زیر در می‌آید.

$$\frac{r_P}{r_S} = -\frac{\cos(\theta+\emptyset)}{\cos(\theta-\emptyset)} = \frac{\sin^2\theta - \cos\theta\sqrt{n^2-\sin^2\theta}}{\sin^2\theta + \cos\theta\sqrt{n^2-\sin^2\theta}} \qquad (5.7)$$

اگر طبق شکل 1.7 زاویه بین بردار میدان الکتریکی نور بازتابیده، E'، و مؤلفه عمود بر صفحه تابش، E'_S، را با α نشان دهیم، داریم:

$$\tan\propto = \frac{E'_P}{E'_S} \qquad (6.7)$$

با قرار دادن رابطه 5.7 در رابطه 6.7، رابطه بالا به صورت زیر در می‌آید.

$$\tan\propto = \frac{r_p}{r_s} = \frac{\sin^2\theta - \cos\theta\sqrt{n^2-\sin^2\theta}}{\sin^2\theta + \cos\theta\sqrt{n^2-\sin^2\theta}} \qquad (7.7)$$

هدف از این آزمایش اندازه‌گیری زوایای α و θ و تحقیق رابطه 7.7 است.

آزمایش اول: اندازه‌گیری زاویه بروستر

روش آزمایش:

دستگاه طیف سنج را مطابق دستوری که در آزمایش 1 آمده است تنظیم کنید و سپس لامپ سدیم رامقابل شکاف موازی‌ساز قرار داده و تار موئی را بر تصویر شکاف منطبق کنید. بدون تغییر در مکان دوربین صفر صفحه حامل را بر صفر صفحه چرخان منطبق کرده و سعی کنید تا آخر آزمایش این تنظیم برقرار باشد. قطبشگر را روی 90 درجه میزان کرده و جلوی چراغ سدیم بگذارید. منشور را بچرخانید و با دوربین تصویر شکاف راتعقیب کنید. با چرخش منشور در جهت مناسب، شدت نور تصویر شکاف کم می‌شود تا به حداقل رسیده و مجددا" شدت نور شکاف زیاد می‌شود. جایی که شدت نور تصویر شکاف کمینه است دوربین را محکم کرده و درجه مربوط با بخوانید (θ1)، سپس منشور را برداشته و مستقیما" تصویر شکاف را ببینیدی و زاویه را یادداشت

کنید ($\theta 0$). (در صورتیکه تنظیم طیف‌سنج به هم نخورده باشد مقدار آن صفر خواهد بود.) مقادیر بدست آمده را در جدول 1.7 یادداشت کرده و این عمل را حداقل پنج بار تکرار کنید. با استفاده از این نتایج زاویه تابش را که همان زاویه بروستر است محاسبه کرده و در جدول 1.7 یادداشت نمائید. با توجه به مقدار بدست آمده برای زاویه بروستر ضریب شکست منشور را از رابطه زیر بدست آورید.

$$n=\tan\theta_B \qquad (8.7)$$

محاسبه خطا:

خطای زاویه ی بروستر را حساب کنید. عوامل ایجاد خطای سسیستماتیک در این آزمایش را نوشته و راههای کاهش آنها را بیان کنید.

آزمایش دوم: اندازه‌گیری زوایای α و θ و نسبت ضرایب بازتاب

روش آزمایش:

همانطور که در ابتدا گفته شد چون ضرایب بازتاب برای مؤلفه‌های عمودی و موازی میدان الکتریکی با صفحه تابش با یکدیگر تفاوت دارند بنابراین بعد بازتاب از یک سطح، جهت قطبش نور عوض می‌شود. ما در این آزمایش می‌خواهیم جهت قطبش نور را پیدا کرده و زاویه بین این جهت و امتداد عمود بر صفحه تابش را بیابیم.

برای این منظور بدون اینکه در تنظیم اولیه طیف سنج تغییری ایجاد نمائید تحلیلگر را جلوی دوربین طیف‌سیج نصب کنید. قطبشگر راروری صفر قرار داده و منشور را از روی حامل بردارید، تا تصویر شکاف را ببینید. تحلیلگر را بچرخانید تا شدت نور تصویر شکاف به حداقل ممکن برسد. در این حالت عدد خوانده شده روی تحلیلگر را یادداشت کنید. این عدد را α نامیده و آن را مبدأ سنجش قرار دهید. قطبشگر را روی زاویه 45 درجه قرار داده منشور را روی حامل بگذارید. با چرخش مناسب دوربین زاویه تابش را طبق خواسته‌های جدول 2.7 تنظیم کنید. صفحه حامل منشور را بچرخانید تا تصویر شکاف بر روی تار موئی منطبق شود. تحلیلگر را بچرخانید تا شدت نور تصویر شکاف به کمترین مقدار خود برسد. زاویه تحلیلگر را یادداشت نمائید ($\alpha 1$)، نتایج را در جدول 2.7 بنویسید. برای دقت بیشتر بهتر است که در محدوده زاویه بروستر تغییرات زاویه تابش، θ، را کوچکتر کرده و تعداد اندازه‌گیری‌های خود را افزایش دهید.

بعد از اندازه‌گیری α مقدار $\tan\alpha$ را بدست آورده و در جدول 2.7 بنویسید. همچنین با استفاده از رابطه 7.7 مقدار $\tan\alpha$ را به ازای $n=1.52$ محاسبه کرده در جدول 2.7 یادداشت نمائید. نمودار تغییرات $\tan\alpha$ بر حسب θ را رسم کنید. (با استفاده از نتایج تجربی و نتایج بدست آمده از رابطه 7.7) با استفاده از منحنی تجربی زاویه بروستر، θ، را بدست آورید و با نتیجه بدست آمده از آزمایش اول مقایسه کنید.

محاسبه خطا:

عوامل ایجاد خطای سیستماتیک در این آزمایش را بیان کرده راههای کاهش آنها را بنویسید.

بسمه تعالي
آزمايشگاه اپتيک
جدولهاي آزمايش 7

زاويه بروستر **جدول 7-1**

n	زاويه ي بروستر	θ	$\theta=\theta_1-\theta_0$	θ_1	θ_0	دفعات
						1
						2
						3
						4
						5
		میانگین				

اندازه گيري زواياي α و θ و نسبت ضرايب بازتاب **جدول 7-2**

زاويه ي تابش θ	α_0= تنظيم اوليه	α_1	$\alpha=\alpha_1-\alpha_0$	tanα (آزمايش)	tanα (محاسبه)
70°					
65°					
62/5°					
55°					
50°					
45°					
40°					
35°					