



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق

آزمایشگاه اپتیک

(دانشکده فیزیک، طبقه 1، آزمایشگاه اپتیک و لیزر)

آزمایش 8: کار با تداخل سنج مایکلسون

نویسنده: ملیکا رجبی - 99101608

تاریخ انجام آزمایش: 1403.2.12

در این آزمایش قصد داریم با تداخل سنج مایکلسون آشنا شویم. به این جهت، ابتدا با استفاده از لامپ سفید دستگاه را تنظیم می‌کنیم. سپس با استفاده از لامپ جیوه، و با شمارش فریزها و تغییرات عدد ریزسنج و فرمول، تداخل سنج را مدرج می‌کنیم. در بخش بعدی با استفاده از ضریب به دست آمده برای تداخل سنج، اختلاف بین طول موج دو خط لامپ سدیم را به دست می‌آوریم. به این صورت که تغییرات ریزسنج برای رسیدن از یک ناهمسازی به ناهمسازی بعدی را اندازه گرفته و با استفاده از فرمول مربوطه اختلاف طول موج را محاسبه می‌کنیم.

وسایل مورد نیاز برای آزمایش: لامپ جیوه و منبع تغذیه، لامپ سدیم و منبع تغذیه، تداخل سنج مایکلسون، پالایه‌ی سبز، پخش‌کننده‌ی نور

۱ تنظیم دستگاه

برای تنظیم تداخل سنج مایکلسون، لامپ سفید را در قسمت مربوط به منبع نور قرار داده و از داخل چشمی نگاه می‌کنیم. با چرخاندن پیچ‌های مربوط به آینه‌ها، سعی می‌کنیم دو دایره‌ی مشاهده شده را بر هم منطبق کنیم. حالا لامپ جیوه را روشن کرده و فریزها را از چشمی دستگاه مشاهده می‌کنیم. اگر مرکز فریزها در میدان دید ما نبود، مجدداً با استفاده از پیچ‌های مربوط به آینه‌ها دستگاه را تنظیم می‌کنیم. توجه شود که این بار سعی می‌کنیم تغییرات ایجاد شده در پیچ‌ها جزیی باشد. همچنین پالایه‌ی سبز را هم در مقابل لامپ قرار می‌دهیم.

۲ اندازه‌گیری رابطهی تغییرات پیچ ریزسنگ و فاصلهی بین دو آینه

برای انجام این بخش از آزمایش ابتدا عدد نشان داده شده توسط ریزسنگ را یادداشت می‌کنیم. سپس با حرکت دادن پیچ ریزسنگ، فریزها را به حرکت درآورده و به اندازه‌ی 100 فریز جلو می‌رویم. مجدداً عدد نشان داده شده توسط ریزسنگ را می‌خوانیم. اختلاف دو عدد را در جدول نتایج به عنوان D یادداشت می‌کنیم. حالا با استفاده از رابطهی زیر d را به دست می‌آوریم. توجه شود که $\lambda = 5460 \text{ \AA}$ و $n = 100$:

$$d = \frac{n\lambda}{2} = 0.0273 \text{ mm} \quad (۸-۱)$$

در نهایت نسبت d به D را محاسبه می‌کنیم تا در بخش‌های بعدی آزمایش از آن استفاده کنیم.

نتایج به صورت زیر شد:

جدول ۸-۱: مدرج کردن تداخل‌سنگ مایکلسون

دفعات	$D \text{ (mm)}$	$d \text{ (mm)}$	d/D
1	0.15	0.0273	0.182
2	0.16	0.0273	0.170625
3	0.14	0.0273	0.195
میانگین	0.15	0.0273	0.182

۳ تعیین اختلاف طول موج دو خط زرد سدیم

در این قسمت از آزمایش، لامپ جیوه را برداشته و لامپ سدیم را به جای آن قرار می‌دهیم. در صورت نیاز مجدداً دستگاه را تنظیم کرده و ریزسنگ را در حالتی که ناهمسازی کاملی را مشاهده کنیم قرار می‌دهیم. عدد نشان داده شده توسط ریزسنگ را یادداشت کرده و دوباره آن را می‌چرخانیم تا از یک حالت همسازی کامل عبور کرده و به حالت ناهمسازی کامل برسیم. عدد ریزسنگ را یادداشت کرده و دوباره این کار را انجام می‌دهیم تا به سومین ناهمسازی برسیم. اختلاف عدد اول و سوم را محاسبه کرده و به عنوان فاصله‌ی ریزسنگ سه ناهمسازی یا L' اعلام می‌کنیم. با تقسیم این عدد بر 2 می‌توان به فاصله‌ی ریزسنگ دو ناهمسازی رسید (L). علت محاسبه‌ی L از روی L' افزایش دقت محاسبه‌ی L است. در ادامه با استفاده از رابطه‌ی زیر، l یا همان فاصله‌ی بین دو ناهمسازی متوالی را محاسبه می‌کنیم:

$$l = \left(\frac{d}{D}\right) \times L \quad (۲-۸)$$

همچنین $\Delta\lambda$ یا همان اختلاف طول موج دو طیف سدیم را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آوریم. توجه شود که $\lambda_1\lambda_2 = 5893^2(A^\circ)^2$:

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2l} \quad (۳-۸)$$

نتایج به صورت زیر شد:

جدول ۸-۲: تعیین اختلاف طول موج دو خط زرد سدیم

دفعات	L' (mm)	L (mm)	l (mm)	$\Delta\lambda (A^\circ)$
1	2.95	1.475	0.268	6.48
2	2.93	1.465	0.267	6.5
3	2.95	1.475	0.268	6.48
میانگین	2.94	1.472	0.268	6.49

محاسبه‌ی خطا:

$$\delta D = 0.001mm \quad (۴-۸)$$

$$\delta d = d \times \frac{\delta\lambda}{\lambda} = 0.5\mu m \quad (۵-۸)$$

$$\delta(d/D) = \sqrt{\left(\frac{\delta d}{D}\right)^2 + \left(\frac{-d\delta D}{D^2}\right)^2} \quad (۶-۸)$$

$$\rightarrow \sqrt{\left(\frac{0.0000005}{0.00015}\right)^2 + \left(\frac{0.0000273 \times 0.000001}{0.00015 \times 0.00015}\right)^2} \approx 0.0035 \quad (۷-۸)$$

$$\delta L = 0.001mm \quad (۸-۸)$$

$$\delta l = l \sqrt{\left(\frac{\delta d/D}{d/D}\right)^2 + \left(\frac{\delta L}{L}\right)^2} \quad (۹-۸)$$

$$\rightarrow 0.268 \times \sqrt{\left(\frac{0.0035}{0.182}\right)^2 + \left(\frac{0.001}{1.472}\right)^2} \approx 0.005mm \quad (۱۰-۸)$$

$$\delta(\Delta\lambda) = \Delta\lambda \times \frac{\delta l}{l} = 6.49 \times \frac{0.005}{0.268} \approx 0.12A^\circ \quad (۱۱-۸)$$

۴ نتیجه گیری

در این آزمایش با تداخل سنج مایکلسون آشنا شده و روش تنظیم کردن، مدرج کردن و کار کردن با آن را آموختیم. همچنین به وسیله‌ی آن اختلاف طول موج دو خط زرد سدیم را اندازه‌گیری کردیم. در نهایت خطای مربوط به اندازه‌گیری‌هایمان را محاسبه کردیم.