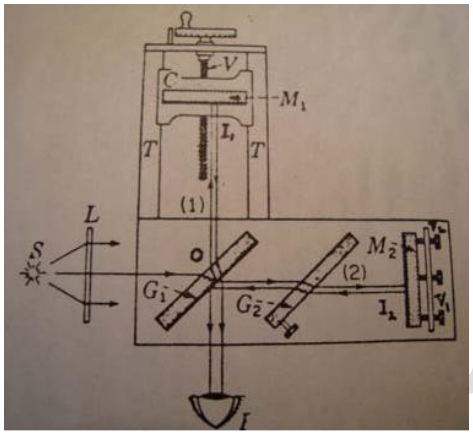
آزمایش (۸)

موضوع آزمایش: کار با تداخل سنج مایکلسون

وسایل مورد نیاز:
تداخل سنج مایکلسون
لامپ سفید و لامپ جیوه و منبع تغذیه
لامپ سدیم و منبع تغذیه
پالایه‌ی سبز
پخش کننده نور

تداخل سنج مایکلسون- این تداخل سنج مطابق شکل ۸-۱ از دو آینه‌ی M1 و M2 که بر هم عمودند و دو تیغه هم جنس و هم ضخامت G1 و G2 که با یکدیگر موازی بوده و با آینه‌ها زاویه ۴۵ درجه می‌سازند تشکیل شده است. برای تغییرات جزئی آینه M2 از دو پیچ V1 و V2 استفاده می‌شود. یک چشمه‌ی گسترده (معمولا" یک تیغه‌ی شیشه‌ی مات پخش کننده نور که به وسیله‌ی یک لامپ تخلیه روشن شده است.) موجی را می‌فرستد که به وسیله ی سطح پائینی تیغه ی G1 که نیمه نقره اندود است دو قسمت می‌شود. یک قسمت بازتاب می‌کند و در امتداد I1 به آینه M1 برخورد کرده و در هیمن جهت برگشت می‌نماید.



شکل ۸-۱

قسمت دیگر از تیغه‌ی G2 عبور کرده روی آینه M2 در جهت امتداد اولیه بازتاب می‌کند. این دو باریکه در راستای OI با هم تداخل کرده و تشکیل فریزهای دایره‌ای می‌دهند. تیغه‌ی G2 در ایجاد فریزها اثری ندارد و فقط برای خنثی کردن اختلاف راه نوری ناشی از تیغه G1 در مسیر باریکه های عبوری قرار می‌گیرد.

برای تنظیم دستگاه منبع نور سفید را روشن کنید به طوری که نور روی دو آینه را بپوشاند. در امتداد IO به آینه M1 نگاه کنید بایستی تصویر آینه‌ی M2 در آن دیده شود با تغییر دادن پیچهای V1 و V2 دو تصویر رشته‌ی لامپ سفید را بر یکدیگر منطبق کنید. پس از اینکه با نور سفید دستگاه را تنظیم کردید، لامپ جیوه را روشن کرده و پیچهای V1 و V2 را حرکت جزئی دهید تا فریزهای دایره‌ای مشاهده شوند، که می‌بایستی مرکزشان وسط میدان دید باشد. اگر مرکز فریزها کنار بود با تغییر جزئی پیچهای V1 و V2 می‌توانید این فریزها را به وسط بیاورید.

آزمایش اول: اندازه‌گیری رابطه‌ی تغییرات پیچ ریز سنج و فاصله بین دو آینه

روش آزمایش:

مطابق شکل ۸-۱در کنار آینه M1 پیچ ریز سنج قرار دارد که آینه را در امتداد OI1 تغییر مکان می‌دهد و با حرکت دادن این پیچ فریزها در مرکز محو یا ظاهر می‌شوند. همانطوریکه می‌دانید تغییر مکان پیچ ریز سنج تداخل سنج تغییر فاصله‌ی بین دو آینه‌ی M1 و M2 را نمی‌دهد. برای پیدا کردن این رابطه و مدرج کردن دستگاه از نور تکفام لامپ جیوه با طول موج λ=۵۴۶۰ A استفاده می‌کنیم (پالایه‌ی سبز را مقابل لامپ جیوه قرار دهید). در حالیکه فریزها کاملا " آشکار هستند درجه‌ی ریز سنج را یادداشت کنید و آنگاه پیچ ریز سنج را در جهتی که فریزها در مرکز ظاهر (محو) می‌شوند به آرامی بچرخانید و با دقت کامل تعداد صد فریز را شمرده و تغییر مکان را از روی پیچ ریز سنج خوانده و یادداشت کنید. اگر تغییر مکان پیچ ریز سنج را با D نشان دهیم. از طرف دیگر با دانستن n=100، λ=۵۴۶۰ Å با استفاده از رابطه‌ی

$$2d=n\lambda \qquad (۱-۸)$$

می‌توان فاصله‌ی بین دو آینه یعنی d را بدست آورد. با استفاده از مقدار d نسبت d/D را محاسبه کرد. این اندازه‌گیری را حداقل پنج باره تکرار کنید و نتایج حاصله را در جدول ۸-۱یادداشت کنید. با محاسبه نسبت d/D، با دانستن تغییر مکان پیچ ریز سنج می‌توان به سادگی با ضرب آن در نسبت یاد شده تغییر فاصله بین دو آینه را برای طول موجهای دیگر بدست آورد. توجه کنید که از این نسبت در آزمایش بعدی استفاده می‌شود پس سعی کنید مقدار میانگین d/D بدقت اندازه‌گیری شود.

آزمایش دوم: تعیین اختلاف طول موج دو خط زرد سدیم

همسازی و ناهمسازی دو طول موج- طیف لامپ سدیم از دو طول موج نزدیک به هم تشکیل شده است. در صورتیکه تداخل سنج را با لامپ سدیم روشن کنیم، دو سیستم فریزهای دایره‌ای بوجود می‌آید. حالتی که فریزهای دو سیستم بر هم منطبق باشند را همسازی گویند. اگر به تدریج فاصله بین دو آینه را تغییر دهیم به حالتی می‌رسیم که فریز روشن یک سیستم بر روی فریز تاریک سیستم دیگر قرار می‌گیرد و چون دو طول موج نزدیک بهم هستند میدان دید بطور یکنواخت روشن خواهد بودکه این حالت را ناهمسازی می‌گویند. اگر طول موجی زرد سدیم را به ترتیب ($\lambda_2 > \lambda_1$) λ_1, λ_2 بگیریم در حالت ناهمسازی رابطه زیر برقرار است:

$$2d = m\lambda_1 = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_2 \qquad (۲-۸)$$

که در آن m شماره فریز می باشد. حال اگر بین دو ناهمسازی متوالی n فریز در سیستم λ_1 وجود داشته باشد (n+1) فریز در سیستم λ_2 وجود خواهد داشت و در نتیجه برای ناهمسازی بعدی می‌توان نوشت:

$$2d = (m+n)\lambda_1 = \left(m+n+1+\frac{1}{2}\right)\lambda_2 \qquad (۳-۸)$$

از تفاضل دو رابطه ۸-۲ و ۸-۳داریم:

$$2(d' - d) = n\lambda_1 = (n+1)\lambda_2 \qquad (۴-۸)$$

و یا می‌توان نوشت:

(۵-۸)

$$n\lambda_1 = (n+1)\lambda_2$$

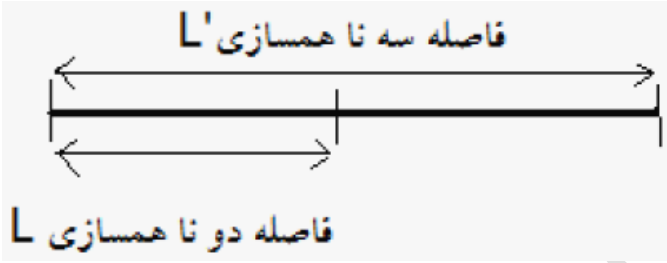
$$2(d' - d) = n\lambda_1$$

حال اگر n را از روابط ۵.۸ حذف کنیم خواهیم داشت:

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2(d'-d)} \qquad (۶-۸)$$

در رابطه ۶.۸، $(d' - d)$ فاصله بین دو ناهمسازی متوالی است که آن را با I نشان می‌دهیم و داریم:

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2l} \qquad (۷-۸)$$



شکل ۸-۲

روش آزمایش:

بادقت لامپ سدیم را بجای لامپ جیوه قرار داده و سعی کنید که به سایر قسمتهای دستگاه دست نزنید. در این حالت تنظیم اولیه دستگاه برقرار بوده و با تغییر بسیار جزئی V1 و V2 می‌توان فریزهای مربوطه را مشاهده کرد. پیچ ریز سنج مخصوص انتقال آینه M1 را بچرخانید تا فریزها محو شوند (حالت ناهمسازی). اگر فریزها کاملا " محو نمی‌شوند و ناهمسازی واضح نیست بطور تقریب بهترین محل را پیدا کنید. برای نتیجه بهتر همواره پیچ ریز سنج را در یک جهت بچرخانید و در صورتیکه از ناهمسازی بعدی گذشتید مقدار زیادی به عقب برگردید و دوباره جهت حرکت را عوض کنید تا به ناهمسازی مربوطه برسید. هنگامی که پیچ ریز سنج را برای ناهمسازی اول میزان کردید عدد مربوط را از روی پیچ یادداشت کرده و دوباره پیچ انتقال را بچرخانید تا از ناهمسازی دوم گذشته و به ناهمسازی سوم برسید. این فاصله بین سه ناهمسازی متوالی را مطابق شکل ۸-۲ با L' نشان دهید و مطابق شکل می‌توانید فاصله بین دو ناهمسازی متوالی یعنی L را که برابر نصف L' است محاسبه کنید. برای تعیین مقدار I از میانگین ضریب نسبت d/D آزمایش اول استفاده کنید.

این آزمایش را برای دقت بیشتر حداقل پنج بار تکرار کرده و با استفاده از رابطه‌ی ۷.۸ مقدار $\Delta\lambda$ را با فرض اینکه $\lambda_1\lambda_2$ برابر با $(۵۸۹۳\mathring{A})^2$ باشد، محاسبه کنید و اعداد مربوطه را در جدول ۸-۲ بنویسید.

محاسبه خطا:

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۱.۸ خطای مربوط به d و D را تعیین کرده و سپس مقدار خطای نسبت d/D را بدست آوردید.

همچنین خطای اختلاف طول موج دو خط طیفی سدیم از رابطه‌ی زیر بدست آورید:

$$\frac{\delta(\lambda_1-\lambda_2)}{\lambda_1-\lambda_2} = \frac{\Delta l}{l} \qquad (۸-۸)$$

که در آن با توجه به خطای نسبت d/D و خطای L' مقدار Δl رامحاسبه کرده و خطای اختلاف طول موج دو طیف سدیم رابدست آورید.

بسمه تعالی

آزمایشگاه اپتیک

جدولهای آزمایش ۸

جدول ۸-۱ مدرج کردن تداخل سنج مایکلسون

دفعات	D(mm)	D(mm)	d/D
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
میانگین			

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

دفعات	L'(mm)	L(mm)	Δλ(Å)
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
میانگین			