

آزمایش (۸)

موضوع آزمایش: کار با تداخل سنج مایکلسون



وسایل مورد نیاز:

تداخل سنج مایکلسون

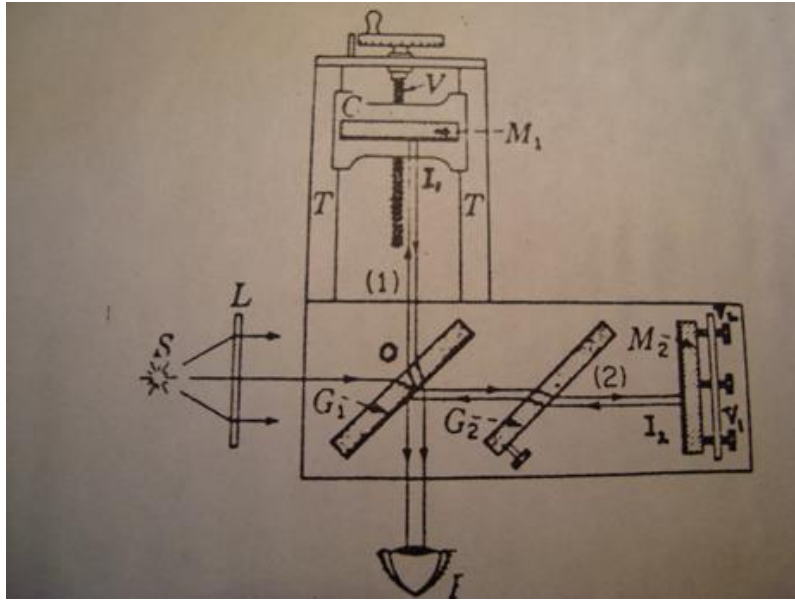
لامپ سفید و لامپ جیوه و منبع تغذیه

لامپ سدیم و منبع تغذیه

پالایه‌ی سبز

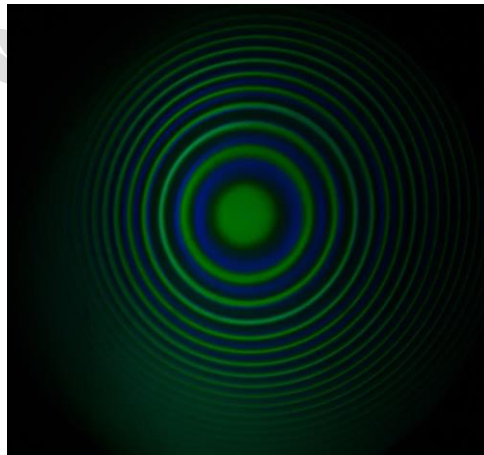
پخش کننده نور

تداخل سنج مایکلسون - این تداخل سنج مطابق شکل ۱-۸ از دو آینه‌ی M_1 و M_2 که بر هم عمودند و دو تیغه هم جنس و هم ضخامت G_1 و G_2 که با یکدیگر موازی بوده و با آینه‌ها زاویه ۴۵ درجه می‌سازند تشکیل شده است. برای تغییرات جزئی آینه M_2 از دو پیچ V_1 و V_2 استفاده می‌شود. یک چشمه‌ی گسترده (معمولاً) یک تیغه‌ی شیشه‌ی مات پخش کننده نور که به وسیله‌ی یک لامپ تخلیه روشن شده است. موجی را می‌فرستد که به وسیله‌ی سطح پائینی تیغه‌ی G_1 که نیمه نقره اندود است دو قسمت می‌شود. یک قسمت بازتاب می‌کند و در امتداد L_1 به آینه M_1 برخورد کرده و در همین جهت برگشت می‌نماید.



(شکل ۸-۱)

قسمت دیگر از تیغه G_2 عبور کرده روی آینه M_2 در جهت امتداد اولیه بازتاب می‌کند. این دو باریکه با هم تداخل کرده و تشکیل فریزهای دایره‌ای می‌دهند. تیغه G_2 در ایجاد فریزها اثری ندارد و فقط برای خنثی کردن اختلاف راه نوری ناشی از تیغه G_1 در مسیر باریکه‌های عبوری قرار می‌گیرد. برای تنظیم دستگاه منبع نور سفید را روشن کنید به طوری که نور روی دو آینه را بپوشاند. در نقطه E به آینه M_1 نگاه کنید بایستی تصویر آینه‌ی M_2 در آن دیده شود با تغییر دادن پیچهای V_1 و V_2 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 V_1 و V_2 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 V_1 و V_2 می‌توانید این فریزها را به وسط بیاورید. (شکل ۸-۲)



شکل ۸-۲

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

مطابق شکل ۸-۱ در 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 $\lambda = 5460 \text{ \AA}$ استفاده می‌کنیم (پالایه‌ی سبز را مقابل لامپ جیوه قرار دهید). در حالیکه فریزها کاملاً 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 $\lambda = 5460 \text{ \AA}$, $n=100$ با استفاده از رابطه‌ی

$$2d=n\lambda \quad (8-1)$$

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 ۸-۱ یادداشت 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 بود که این حالت را ناهمسازی می‌گویند. (شکل ۸-۳)



همسازی

نا همسازی

شکل ۸-۳

اگر طول موجی زرد سدیم را به ترتیب λ_1 و λ_2 بگیریم ، در حالت ناهمسازی رابطه زیر برقرار است:

$$2d = m\lambda_1 = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda_2 \quad (8-2)$$

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 می توان نوشت:

(8-3)

$$2d' = (m + n)\lambda_1 = \left(m + n + 1 + \frac{1}{2}\right) \lambda_2$$

از تفاضل دو رابطه 8-2 و 8-3 داریم:

$$2(d' - d) = n\lambda_1 = (n + 1)\lambda_2 \quad (8-4)$$

و یا می توان نوشت:

$$n\lambda_1 = (n + 1)\lambda_2 \quad 2(d' - d) = n\lambda_1 \quad (8-5)$$

حال اگر n را از روابط (8-5) حذف کنیم خواهیم داشت:

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2(d' - d)} \quad (8-6)$$

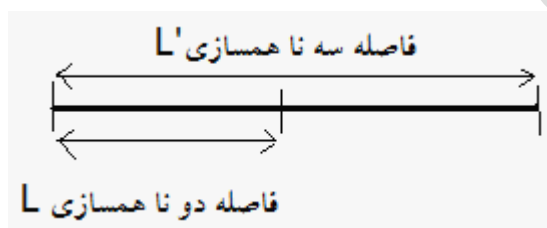
در رابطه 8-6 ، $(d' - d)$ فاصله بین دو ناهمسازی متوالی است که آن را با Δ نشان می دهیم و داریم:

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2l} \quad (8-7)$$

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 V_1 و V_2 می توان فریزهای مربوطه را مشاهده کرد. پیچ ریز سنچ مخصوص انتقال آینه M_1 را بچرخانید تا فریزها محو شوند (حالت ناهمسازی). اگر فریزها

کاملاً" محو نمی شوند 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 ۴-۸ با L' نشان دهید و مطابق شکل می توانید 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.



(شکل ۴-۸)

این آزمایش را برای دقت بیشتر حداقل سه بار تکرار کرده و با استفاده از رابطه‌ی ۷-۸ مقدار $\Delta\lambda$ را با فرض اینکه $\lambda_1\lambda_2$ برابر $(5893)^2$ باشد، محاسبه کنید و اعداد مربوطه را در جدول ۲-۸ 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 آورید.

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

(۸-۸)

$$\frac{\delta(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_1 - \lambda_2} = \frac{\Delta I}{I}$$

که در آن با توجه به خطای نسبت d/D و خطای L' مقدار ΔI را محاسبه کرده و خطای اختلاف طول موج دو طیف سدیم را بدست آورید.

بسمه تعالی
آزمایشگاه اپتیک
جدولهای آزمایش ۸

مدرج کردن تداخل سنج مایکلسون جدول ۸-۱

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

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

دفعات	L'(mm)	L(mm)	$\Delta\lambda(\text{\AA})$
۱			
۲			
۳			
میانگین			