طیف سنجی منشوری

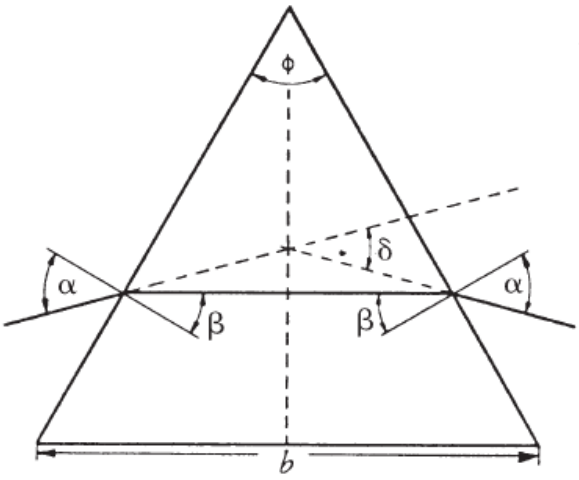
آزمایش شماره [۲]

هدف آزمایش : اندازه‌گیری ضریب شکست و رأس منشور و محاسبه ضرایب کوشی

وسایل مورد نیاز : اسپکترومتر، منشور شیشه‌ای، لامپ هلیوم و منبع تغذیه، چراغ رومیزی، لامپ کادمیم

مبانی نظری آزمایش :

هرگاه شعاع نورانی به یک منشور بتابد در داخل منشور شکسته شده و هنگام خارج شدن از منشور مجدداً شکسته می‌شود. اگر شعاع تابش ورودی و شعاع شکست خروجی را امتداد بدهیم همدیگر را در داخل منشور قطع کرده و زاویه δ با یکدیگر می‌سازند، مطابق شکل زیر :



شکل ۱-۲

زاویه یδ زاویه انحراف منشور است. δ وقتی مقدار مینیمم را دارد که زاویه ی تابش α_1 و زاویه ی شکست خروجی α_2 با یکدیگر برابر باشند در این حالت مسیر پرتو در داخل منشور به موازات قاعده‌ی آن است. با داشتن زاویه‌ی مینیمم انحراف δ_m و زاویه رأس منشور φ می‌توان ضریب شکست منشور را طبق رابطه‌ی زیر محاسبه نمود :

$$n = \frac{sin\left(\frac{\varphi + \delta m}{2}\right)}{sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)}$$

که در این رابطه n ضریب شکست منشور است.

معرفی دستگاه اسپکترومتر:

- دستگاه اسپکترومترتشکیل می‌شود از یک لوله باریک به نام کلیماتور (موازی ساز) که در جلوی آن یک شیار باریک قابل تنظیم وجود دارد که با قرار دادن چشمه نور جلوی شیـار مذکور می‌توان باریکه‌ای ایجاد نمود در درون این لوله عدسی قراردارد که ایجاد دوپرتو موازی می‌کند.
- لوله کلیماتور به صفحه دوار مدرجی متصل است که روی سه پایه قـرار دارد وصفحـه مذکـور می‌تواند ۳۶۰ درجه دوران کند ودارای پیچی است که می‌توان آن را در موقعیت خاصی قفل نمود.
- لوله دیگری به نام دوربین به این دستگاه نیز متصل است که می‌توان باریکه های نـوری (یا طیـف‌های حاصل از منشور) را با دقت خوبی مشاهده نمود.
- در جلوی دوربین دستگاه یک عدسی چشمی قرار دارد که می‌تواند به جلو و عقب حرکت کند و تصویر واضحی از آن‌چه که باید دیده شود ایجاد کند.
- ضمناً دو خط باریکه عمود بر هم به نام **ریکتول** در درون لوله دوربین روی شیشه‌ای تعبیه شده که موقع اندازه‌گیری با ریکتول به عنوان مرجع به کارگرفته می‌شود.

روش انجام آزمایش

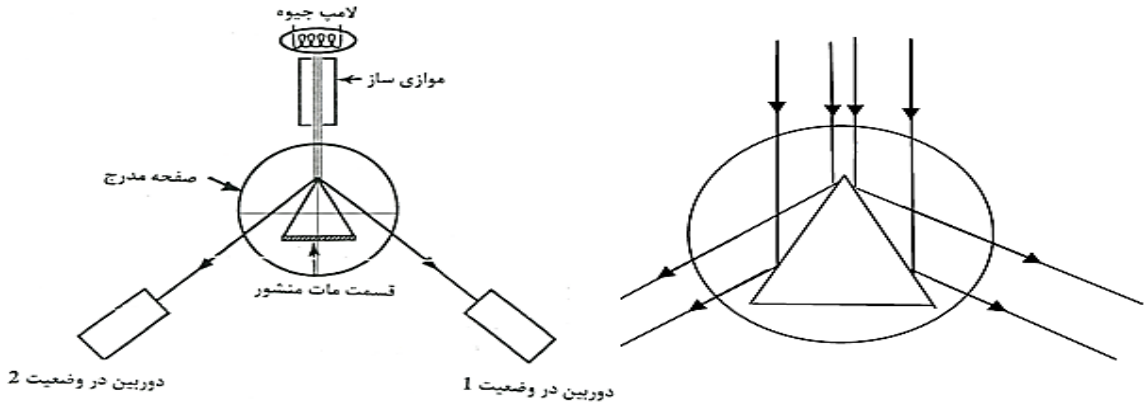
تنظیم اسپکترومتر:

- با مشاهده جسمی که در فاصله دوری قرار دارد تلسکوپ را برای نورهای موازی تنظیم کنید. برای ایـن کار ابتدا قطعه چشمی را حرکت دهید تا تارهای موئی به وضوح رؤیت شوند سپس عدسی تلسکوپ را حرکت داده تا تصویر جسم دور نیزآشکارا مشاهده شود بطوری‌که با تغییر محل چشم به چـپ و راست هیچ حرکت نسبی بین تصویر و تارموئی دیده نشود. از این به بعد سعی کنید در طول آزمایـش تنظیم عدسی و قطعه چشمی به هم نخورد .
- در حالی‌که تلسکوپ وکلیماتور در یک امتداد قرار دارند شکاف را با نـور لامپ هلیوم روشن کرده و عدسی کلیماتور را حرکت دهید تا تصویر شفاف در تلسکوپ به طور واضح دیده شود و با مـیزان کردن جهت و اندازه شکاف بتوان تصویر شکاف را بر روی خط موئی عمودی تلسکوپ بخوبی منطبق کرد .

آزمایش اول : اندازه‌گیری زاویه رأس منشور

منشور را بر روی حامل خود در اسپکترومتر طوری قرار دهید که یکی از رئوس آن بطرف شکاف لامپ باشد (مثلاً رأس x) و سطح کدر آن مماس بر سطح گیره مخصوص آن باشد. در این صورت شـعاع‌های نـوری کـه از

کلیماتور به منشور می تابند به دو دسته تقسیم شده و هر یک به سطح منعکس کننده آن می‌تابد، مطابق شکل زیر :



شکل ۲-۲

تلسکوپ را بچرخانید تا تصویر شکاف که از انعکاس شعاع نور در یکی از سطوح منشور مثلاً xy بوجود می‌آید بطور واضح در تلسکوپ رؤیت گردد. پیچ‌های تنظیم حامل منشور و جهت شکاف کلیماتور طوری باشد که تصویر باریک شکاف دقیقاً بر روی خط موئی عمودی و در وسط میدان دید واقع شود. در این حالت (T_1) مطابق شکل درجه **ورنیه** یعنی θ_1 را بخوانید و یادداشت کنید. حال تلسکوپ را برگردانید تا در وضعیت T_2 تصویر شکاف را که منطبق بر تار موئی است به وضوح ملاحظه کنید و مجدداً درجه ورنیه (θ_2) را بخوانید. اختلاف دو درجه قرائت شده تقسیم بر دو برابر زاویه رأس منشور است. این آزمایش را دو بار تکرار کنید و نتایج را در جدول شماره 1 یادداشت کنید . با استفاده از مقادیر جدول مقدار میانگین زاویه رأس منشور را بدست آورید .

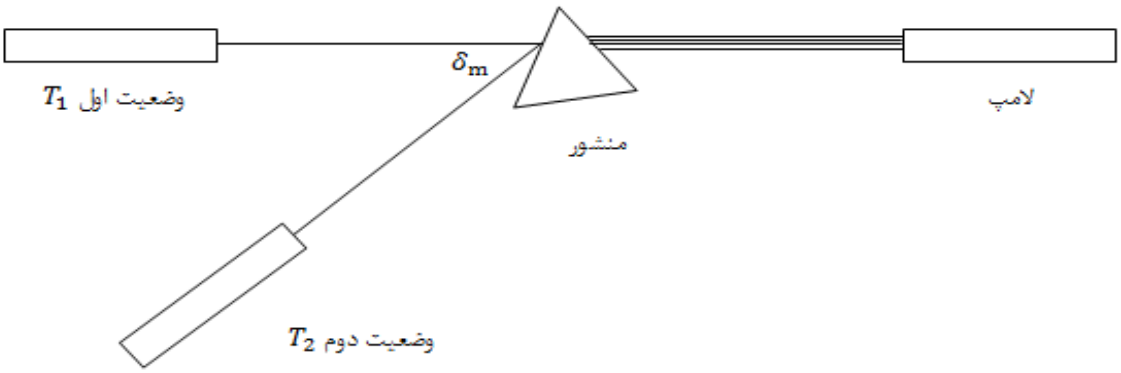
$$\varphi = \frac{\theta_1 - \theta_2}{2}$$

	θ_1	θ_2	$\varphi = \frac{\theta_1 - \theta_2}{2}$
آزمایش اول			
آزمایش دوم			

جدول شماره ۱

آزمایش دوم : اندازه‌گیری زاویه مینیمم انحراف (برای نور قرمز) و محاسبه n

در حالی‌که تلسکوپ و صفحه هر دو آزاد هستند حامل منشور را در جهت مشخصی بچرخانید و با تلسکوپ تصویر شکاف را که بوسیله دو سطح منشور منعکس شده است مطابق شکل زیر بیابید.



شکل ۳-۲

بدون اینکه تصویر را از نظر دور بدارید حامل را به آهستگی بچرخانید تا وضعیت مینیمم انحراف پدید آید. در چنین وضعیتی با گردش حامل جهت حرکت تصویر تغییر نخواهد کرد. با دیدن این حالت پیچ مخصوص ورنیه پایینی را ثابت کنید و تصویر شکاف را بر خط موئی منطبق نمایید و زاویه θ_D را از روی ورنیه قرائت و در جدول شماره 2 ثبت کنید. حال منشور را از روی صفحه حامل بردارید و تلسکوپ وکلیماتور را در یک امتداد قرار داده و مجدداً تار موئی را بر تصویر شکاف منطبق نمایید و درجه ورنیه θ_0 را خوانده و در جدول یادداشت کنید. اختلاف بین این دو زاویه برابر مقدار زاویه مینیمم انحراف است. با تکرار آزمایش مقدار میانگین این زاویه را حساب کنید.

$$\delta_m = \theta_D - \theta_0$$

	θ_D	θ_0	$\delta_m = \theta_D - \theta_0$
آزمایش اول			
آزمایش دوم			

جدول شماره ۲

محاسبه ضریب شکست منشور

با استفاده از مقدار میانگین زاویه رأس φ و میانگین زاویه مینیمم انحراف δ_m ، ضریب شکست منشور فـوق از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$n = \frac{sin\left(\frac{\varphi + \delta m}{2}\right)}{sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)}$$

مقدار n را محاسبه کرده و با مقدار حقیقی ضریب شکست مقایسه کنید .

محاسبه خطای n

به طور کلی در این آزمایش دو نوع خطا وجود دارد :

- خطای مربوط به انطباق شکاف بر تار موئی
- خطای خواندن ورنیه اسپکترومتر

خطای قسمت اول را می‌توان با حرکت دادن جزئی تلسکوپ بطوری‌که اولین نشانه خروج از انطباق ظاهر شود از روی ورنیه خواند. در قسمت دوم دقت ورنیه اسپکترومتر حدود یک دقیقه است و خطای مکانیکی کل دستگاه را می‌توان حدود یک دقیقه فرض کرد .

با توجه به این مقادیر خطای مربوط به زاویه رأس $\Delta\varphi$ و زاویه مینیمم انحراف $\Delta\delta_m$ را محاسبه و از روی آن‌ها خطای نسبی n را طبق رابطه زیر محاسبه کنید :

$$\frac{\delta n}{n} = \frac{1}{2}\left[cot\frac{\delta_m + \varphi}{2} + cot\frac{\varphi}{2}\right]\Delta\varphi + \frac{1}{2}cot\frac{\delta_m + \varphi}{2}\Delta\delta_m$$

آزمایش سوم : رسم منحنی پاشندگی منشور و محاسبه ضرایب کوشی

مطابق آزمایش قبل که زاویه مینیمم انحراف را برای نور قرمز لامپ هلیوم پیدا کردید، این زاویه را برای رنگ‌های دیگر (طول موج‌های دیگر) لامپ فوق بدست آورده و نتایج را در جدول شماره ۳ ثبت کنید.

با توجه به مقدار زاویه رأس منشور و نتایج این جدول ضریب شکست را بری طول موج‌های مختلف محاسبه کنید.

رنگ	$\lambda(A^\circ)$	δ_m	n

جدول شماره ۳

منحنی تغییرات ضریب شکست بر حسب طول موج (منحنی پاشندگی) را رسم کنید.

هم‌چنین ضرایب کوشی A و B را با توجه به مقادیر جدول و رسم منحنی n بر حسب $\frac{1}{\lambda^2}$ به طور میانگین حساب کنید.

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

آزمایش چهارم : تعیین طول موج مجهول

با استفاده از منحنی پاشندگی می‌توان طول موج مجهول را بدست آورد. هم‌چنین بـا داشتن ضریب شکست منشور این کار با توجه به رابطه کوشی امکان پذیر است.

آزمایش قبل را بجای لامپ هلیوم با لامپ کادمیم تکرار کنید و با استفاده منحنی پاشندگی رسم شده در حالت قبل، در این حالت طول موج‌های دو رنگ مختلف این لامپ را از روی نمودار بدست آورید. هم‌چنین با توجه به رابطه کوشی این دو طول موج را محاسبه و ضمن ثبت نتایج در جدول شماره ۴ آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنید.

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$	λ_3 (تئوری)	λ_2 (منحنی)	λ_1 (محاسبه)	ضریب شکست (n) رنگ

جدول شماره ۴

تکالیف

۱- رابطه میمنیم انحراف منشور را اثبات نمایید.

۲- با توجه به جدول شماره ۳ ضرایب *سلمایر* را برای منشور حساب کنید .