

دستور کار آزمایش بیناب نمای منشوری

هدف آزمایش: تنظیم بیناب نمای منشوری، اندازه گیری ضریب شکست منشور، اندازه گیری طول موج های بیناب خطی جیوه، رسم منحنی پاشندگی (**Dispersion**) منشور، محاسبه ضرایب کوشی، محاسبه توان جداکنندگی منشور با استفاده از منحنی پاشندگی.

وسایل آزمایش: لامپ سدیم همراه با سه پایه رومیزی کوچک، ستون قطر ۱۰ و طول ۵۰۰ میلی متر وبست پایه، تغذیه سدیم وقاب لامپ، لامپ جیوه، تغذیه جیوه وقاب لامپ، اسپکترومتر، منشور فلینت

تئوری آزمایش

در یک منشور، ضریب شکست وابسته به طول موج نور تابشی است. اگر نوری شامل چندین طول موج باشد، و از منشور عبور کند، طول موجهای مختلف این نور از هم جدا می شود. نور با طول موج کوتاهتر بیشتر از نور با طول موج بلندتر منحرف می شود. اگر منشور برای یک طول موج در حالت مینیمم انحراف باشد، ضریب شکست منشور برای آن طول موج از رابطه زیر بدست می آید.

$$n = \frac{\sin((A + \delta_m)/2)}{\sin(A/2)} \quad (1)$$

که A زاویه راس منشور و δ_m زاویه مینیمم انحراف و n ضریب شکست می باشد. طبق رابطه کوشی ضریب شکست یک جامد از رابطه (۲) دست می آید.

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4} + \dots \quad (2)$$

که a و b ضرایب ثابتند. در عمل از ضرایب c به بالا صرفنظر می کنند و رابطه کوشی را به صورت زیر مورد استفاده قرار می دهند.

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2} \quad (3)$$

چون ضریب شکست وابسته به طول موج است، نور هنگام عبور از منشور تجزیه می شود. بیناب حاصل متناسب با فاصله توزیع نمی شود. بلکه فاصله هر خط (x) از یک مبدا دلخواه از رابطه تجربی زیر بدست می آید.

$$x = a' + \frac{b'}{\lambda^2} \quad (4)$$

که a' و b' مقادیر ثابتی هستند و به جنس منشور بستگی دارند. از مشخصات یک بیناب نما توان جداکنندگی آن است که با

رابطه $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$ تعریف می گردد. طبق اصل راله دو طوح موج $\lambda + \Delta\lambda, \lambda$ هنگامی قابل تفکیک اند که ماکزیمم یکی بر

مینیمم دیگری منطبق باشد. از طرفی پاشندگی زاویه ای در یک منشور از رابطه زیر بدست می آید.

$$\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{d\theta}{dn} \cdot \frac{dn}{d\lambda} = \frac{t}{A} \frac{dn}{d\lambda}$$

که t طول قاعده منشور و A پهناى نوار منحرف شده در خروج از منشور است و با استفاده از رابطه کوشى داریم

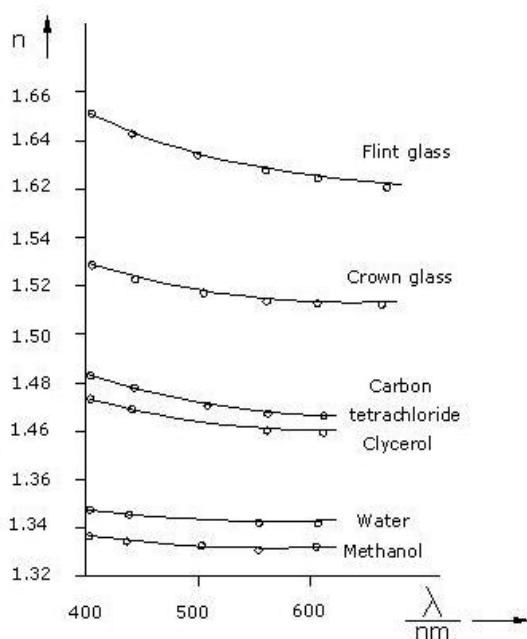
$$\frac{dn}{d\lambda} = \frac{-2b}{\lambda^3}$$

$$\frac{dn}{d\lambda} = \frac{-2t}{A} \cdot \frac{b}{\lambda^3}$$

و بنابراین توان تفکیک برابر است با:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = t \frac{dn}{d\lambda}$$

با استفاده از شیب منحنى پاشندگى مى توان، توان جداکنندگى منشور را بدست آورد.



شکل (۱)

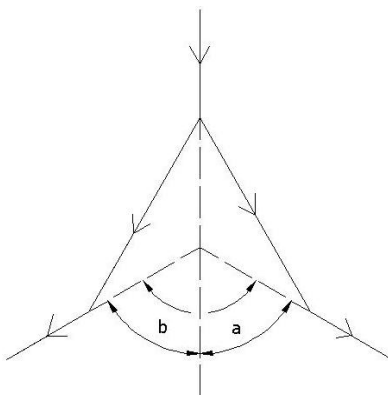
روش آزمایش

عدسى چشمى دوربين بيناب نما را طورى تنظيم كنيد كه خطوط متقاطع آن واضح ديده شود سپس دوربين را براى نور موازى تنظيم كنيد. براى اين منظور بايد آنرا متوجه جسم دورى نمود و تصوير آنرا واضح ديد. در اين حالت نبايد بين خطوط متقاطع كه از داخل چشمى ديده مى شود تصوير پارالكس وجود داشته باشد.

لامپ سديم را در مقابل شكاف موازى ساز و دوربين را در امتداد موازى ساز قرار دهيد. شكاف را به قسمى تنظيم كنيد كه تصوير واضحى از شكاف در داخل دوربين ديده شود. پيچ تنظيم را محكم كنيد در اين حالت منشور را در محل مربوطه قرار دهيد.

(۱) اندازه گیری زاویه راس منشور

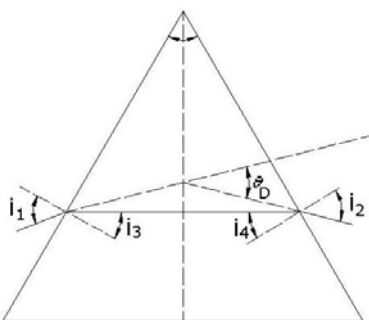
در حد امکان پهنای شکاف باید باریک انتخاب شود. منشور را به قسمی بچرخانید که پرتو عمود بر سطح قاعده منشور و به راس آن بتابد. در این حالت دو وجه منشور مطابق شکل (۲) قسمتی از نور را منعکس می کنند. زاویه بین دو شعاع انعکاس نور را اندازه می گیریم. این زاویه دو برابر زاویه راس منشور است.



شکل (۲)

(۲) اندازه گیری زاویه مینیمم انحراف

لامپ سدیم را با جیوه تعویض نمایید. در حالی که منشور در جای خود قرار دارد میز منشور را بچرخانید تا نور به یک وجه منشور بتابد سپس دوربین را حرکت دهید تا رنگهای مختلف را در آن مشاهده کنید. در این حالت مسیر نور مطابق شکل (۳) خواهد بود.



شکل (۳)

میز منشور را بدون اینکه رنگ ها را در تلسکوپ از نظر دور بدارید بچرخانید به قسمتی که وضعیت مینیمم انحراف را بیابید. در این حالت تصویر می ایستد. اگر در همان جهت به چرخش میز منشور ادامه دهید جهت حرکت طیف در دوربین تغییر خواهد کرد و زاویه انحراف بیشتر خواهد شد. در حالت مینیمم انحراف، زاویه θ_2 را برای یکی از رنگ ها بخوانید و پیچ میز را محکم کنید. منشور را برداشته و دوربین را چرخانده و مقابل شکاف آورده و پرتو را ببینید در این حالت زاویه θ_1 را اندازه بگیرید. برای زاویه مینیمم انحراف داریم:

$$\theta_D = \theta_2 - \theta_1$$

از سمت دیگر بیناب نما مجددا زاویه مینیمم انحراف را برای همان رنگ به روش بالا اندازه بگیرید (θ'_D) زاویه مینیمم انحراف متوسط دو مقدار اندازه گیری شده خواهد بود و یا:

$$\delta_m = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \frac{\theta_D + \theta'_D}{2}$$

زاویه مینیمم انحراف را برای سایر رنگ ها بدست آورید و ضریب شکست را برای طول موجهای مختلف حساب کنید. و سپس موارد زیر را انجام دهید.

۱- منحنی n را بر حسب λ برای لامپ جیوه رسم کنید (منحنی پاشندگی)

۲- از رسم منحنی n بر حسب $1/\lambda^2$ ضرایب کوشی (a و b) را بدست آورید.

۳- $dn/d\lambda$ را برای خط آبی و زرد بدست آورید.

۴- توان جداکنندگی (R) را برای این منشور بدست آورید.

۳) پراکندگی خطی

لامپ جیوه را روشن کنید و در مقابل شکاف موازی ساز قرار دهید. پهنای شکاف و دوربین را تغییر دهید تا نوارهای رنگی واضح مشاهده شوند. دوربین را آنقدر تغییر مکان دهید تا درجه ۱۰ آن بر خط قرمز جیوه منطبق شود. این پیچ را محکم کنید و به این پیچ دیگر دست نزنید.

الف) مقدار انحراف مربوط به هر رنگ جیوه را یادداشت کنید (x)

ب) منحنی x را بر حسب λ رسم کنید. (طول موج های جیوه را از استاد خود بخواهید)

د) با استفاده از رسم منحنی x بر حسب $1/\lambda^2$ ضرایب a' و b' را بدست آورید.

خطاها

در تمام اندازه گیری های مربوط به زاویه دو خطای زیر را داریم.

الف) خطا در انطباق تصویر شکاف بر خطوط متقاطع

ب) خطا در خواندن ورنیه

خطای اول را می توان با حرکت دادن دوربین به قسمی که اولین نشانه خروج از انطباق دیده شود را از روی ورنیه خواند. همچنین در برقراری وضعیت مینیمم انحراف ممکن است خطایی روی دهد. ولی تاثیر آن ناچیز است زیرا حرکت مختصر منشور در این ناحیه تاثیر کمی در تغییرات δ دارد. خطای کل شامل خطای دستگاه که آن را خطای مکانیکی نیز گویند می باشد. با روش های معمولی می توان خطای مطلق و خطای نسبی اندازه گیری ضریب شکست منشور که از رابطه

$$n = \frac{\sin(\delta m + A)}{\sin(A/2)}$$

بدست می آید محاسبه کرد.

$$\Delta n = \frac{1}{2} \frac{\sin(\delta_m / 2)}{\sin^2(A/2)} \Delta A + \frac{1}{2} \frac{\cos((\delta_m + A)/2)}{\sin(A/2)} \Delta \delta_m$$

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{1}{2} \left| \cot g \frac{A}{2} - \cot g \frac{\delta_m + A}{2} \right| \Delta A + \frac{1}{2} \cot g \frac{\delta_m + A}{2} \Delta \delta_m$$

به کمک روابط فوق خطاهای مطلق و نسبی در اندازه گیری ضریب شکست منشور را بدست آورید.