

دستور کار آزمایش دو شکاف یانگ

هدف آزمایش

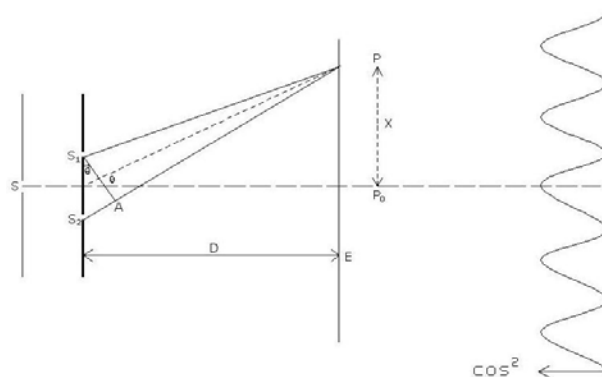
۱- بررسی پدیده تداخل نور بوسیله دوروزنه یانگ

۲- اندازه گیری طول موج نور

وسایل آزمایش: لامپ سدیم همراه با سه پایه رومیزی کوچک، ستون قطر ۱۰ و طول ۵۰۰ میلی متر وبست پایه، تغذیه سدیم وقاب لامپ، شکاف متغیر، پک دوشکاف یانگ، میکروسکوپ مکانیکی، لغزنده ریل اپتیکی مدرن (۲ عدد)، متر، ریل اپتیکی مدرن همراه با سه پایه رومیزی کوچک، ستون با قطر ۱۰ و طول ۱۸۰ میلی متر

تئوری آزمایش

هرگاه در مقابل شکاف باریک S دو شکاف باریک و نزدیک به هم S_1 و S_2 را قرار دهیم بطوریکه S_1 و S_2 به یک فاصله از چشمه S باشند، بر پرده P موازی با دو شکاف نوارهای تداخلی تاریک و روشن بنام فریز تشکیل می شود. تشکیل فریز به محل بستگی ندارد و در تمام نقاط بعد از دو شکاف وجود دارند. چنین فریزهایی را جایگزین نشده گویند. بین دو فریز تاریک و روشن مجاور حد جدایی واضحی وجود ندارد بلکه پس از فریز روشن، نور به تدریج کم شده و به فریز تاریک ختم می شود.



شکل (۱)

اختلاف فاز بین دو نور که از S_1 و S_2 به نقطه P می رسند برابر است با:

$$\delta = k\Delta = \frac{2\pi}{\lambda}(s_2 p - s_1 p) \quad (۱)$$

اختلاف فاز فوق را بر حسب فاصله نقطه P روی پرده از فریز مرکزی (x)، جدایی دو شکاف (d)، و فاصله پرده از سطح دو شکاف D ، پیدا می کنیم. مطابق شکل (۱) اختلاف راه دو پرتو $S_2 A$ است و چون معمولا D بسیار بزرگتر از x و d است، بنابراین زوایای θ و θ' خیلی کوچک و عملا مساویند و اختلاف راه $S_2 A$ از روی مثلث $S_1 A S_2$ برابر خواهد شد با :

$$\Delta \approx d \sin \theta$$

با همین تقریب می توان تانژانت را مساوی سینوس گرفته و نوشت :

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{x}{D}$$

بنابراین:

$$\Delta = \frac{dx}{D}$$

و با قرار دادن مقدار فوق در رابطه (۱) می توان اختلاف فاز را بدست آورد. پرتوهایی که از روزنه های S_1 و S_2 به نقطه P می رسند تقریباً هم دامنه هستند، بنابراین شدت کل این نقطه از رابطه زیر بدست می آید.

$$I = A^2 = 4a^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \quad (2)$$

که δ اختلاف فاز دو پرتو است. برای آنکه شدت در نقطه P ماکزیمم گردد بایستی δ مضربی از 2π و یا اختلاف راه مضرب صحیحی از λ باشد. بنابراین:

$$\Delta = \frac{xd}{D} = m\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

و یا برای فرانتز روشن m ام

$$x = m\lambda \frac{D}{d} \quad (3)$$

از رابطه (۲) مینیمم مقدار شدت صفر است و این حالت زمانی رخ می دهد که اختلاف فاز مضرب فردی از π باشد یعنی :

$$\delta = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots$$

و در این صورت

$$\frac{xd}{D} = (m + \frac{1}{2})\lambda, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

و یا برای فرانتزهای تاریک

$$x = (m + \frac{1}{2})\lambda \frac{D}{d} \quad (4)$$

عدد m که مشخص کننده فریز روشن معینی است مرتبه فریز نامیده می شود. برای بدست آوردن فاصله دو فریز پیاپی روی پرده بایستی $m=1$ قرار داد و یا اختلاف x_m و x_{m+1} را بدست آورد و بنابراین:

$$i = x_{m+1} - x_m = \frac{\lambda D}{d} \quad (5)$$

که i فاصله دو فریز متوالی است.

روش آزمایش

ریل اپتیکی را بر روی سه پایه سوار کنید و پیچ آن را محکم کنید. در انتهای آن شکاف متغیر را نصب کنید. لامپ سدیم را پشت شکاف قرار داده و آن را روشن کرده و صبر کنید تا نور یکنواختی از آن منتشر شود. یک از انواع دوشکاف را انتخاب کرده و آن را مقابل شکاف متغیر نصب کرده به گونه ای که از آن در حدود ۵ سانتیمتر فاصله داشته باشد. اکنون اگر شکاف متغیر موازی با راستای دوشکاف باشد با کمی دقت می توانید با نگاه کردن به دوشکاف طرح های تداخلی ظریفی را مشاهده کنیم. اگر راستای شکاف موازی با دوشکاف نیست با استفاده از پیچ توازی شکاف متغیر آن را با دو شکاف موازی کنید. ارتفاع میکروسکوپ را در راستای دید خود تنظیم کنید و توجه کنید که فاصله شیئی از دوشکاف باید بیشتر از ۹ سانتیمتر باشد. از درون چشمی به دوشکاف نگاه کنید و طرح های تداخلی را مشاهده کنید. اگر خطوط تاریک و روشن واضح نیستند با تنظیم توازی شکاف و پهنای آن آنها را واضح کنید. اکنون پهنای فریزها را برای چند فریز پیاپی اندازه گیری کنید و با میانگین گیری از آن پهنای هر فریز (i) را بدست آورید. سپس فاصله شیئی تا دو شکاف را اندازه بگیرید و از آن مقدار دید واضح میکروسکوپ ($\mathcal{E}$) را کم کنید تا D بدست آید. (برای بدست آوردن دید واضح میکروسکوپ ($\mathcal{E}$) کافیت تصویر کاغذی را بوسیله میکروسکوپ به طور واضح مشاهده نمایید در این حالت فاصله شیئی تا کاغذ همان دید واضح میکروسکوپ ($\mathcal{E}$) می باشد). برای اندازه گیری فاصله دوشکاف (d) می توانید دوشکاف را بر روی ریل آنقدر به میکروسکوپ نزدیک کنید تا دوشکاف کاملاً واضح دیده شوند سپس فاصله مرکز تا مرکز دو شکاف را با میکروسکوپ اندازه گیری کنید. اکنون با استفاده از رابطه (δ) طول موج را محاسبه کنید. از یک دوشکاف دیگر استفاده کرده و با انجام مراحل فوق و استفاده از طول موجی که در مرحله قبل بدست آورده اید فاصله دو شکاف (d) را برای این دوشکاف بدست آورید.

سوال

- ۱- رابطه (λ) را ثابت کنید.
- ۲- آیا فاصله دو فریز متوالی در آزمایش دو روزنه یانگ مساویست چرا؟
- ۳- خطای آزمایش یانگ را با استفاده از محاسبه دیفرانسیل لگاریتمی رابطه (δ) محاسبه کنید.