

دستور کار آزمایش تداخل سنج فابری پرو

هدف آزمایش

۱- مشاهده پدیده تداخل در تیغه هوا در تداخل سنج فابری پرو

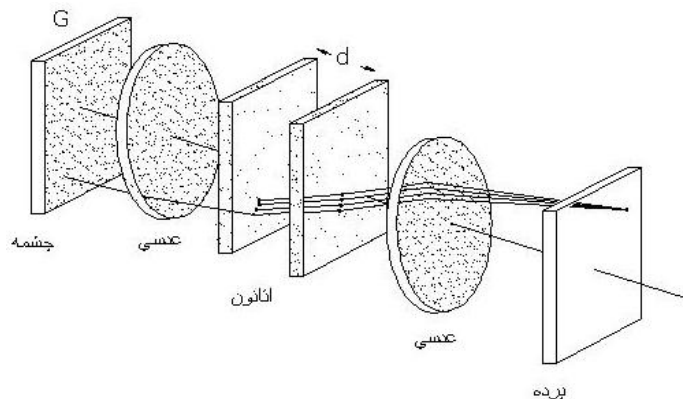
۲- مدرج کردن تداخل سنج

۳- اندازه گیری طول موج های غیر مشخص و اندازه گیری اختلاف طول موج دو خط زرد سدیم

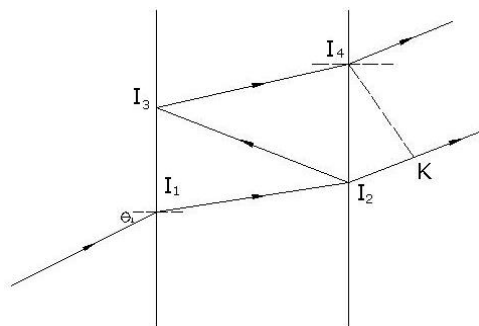
وسایل آزمایش: لامپ سدیم همراه با سه پایه رومیزی کوچک، ستون قطر ۱۰ و طول ۵۰۰ میلی متر و بست پایه، تغذیه سدیم وقاب لامپ، لامپ جیوه، تغذیه جیوه وقاب لامپ، دستگاه انترفرومتر فابری-پرو، فیلتر سبز همراه با سه پایه رومیزی کوچک، ستون با قطر ۱۰، بست پایه، نشیمنگاه انترفرومتر همراه با سه پایه بزرگ رومیزی

تئوری آزمایش

تداخل سنج فابری پرو در مباحث نور از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار است چرا که علاوه بر مورد استفاده بودن آن در بررسی جزئیات ساختار خطوط طیفی به دلیل قدرت تفکیک فوق العاده بالای آن به عنوان کاواک تشدید لیزری نیز بکار می رود. این دستگاه همانطور که از شکل (۱) مشخص است از دو تیغه شیشه ای تخت نیمه نقره اندود موازی با بازتابیدگی بالا که به فاصله d از یکدیگر قرار گرفته اند تشکیل شده است. صفحه G مات بوده و قادر است نوری را که از پشتش می تابد بطور یکنواخت توزیع نماید و چشمه گسترده بوجود آورد. پرتوهایی که وارد می شوند در فاصله بین دو تیغه (این فاصله را تیغه هوا می نامند) چندین بار بازتابیده می شود که همگی با هم اختلاف راه نوری ثابتی دارند. پرتوهای عبوری بوسیله یک عدسی در نقطه ای مانند P کانونی می گردند. کلیه پرتوهایی که با زاویه معینی بر فاصله دو سطح فرود می آیند یک فریز دایره ای ساده با تابیدگی یکنواخت بوجود می آورند و به عبارت دیگر فریزها حاصل از انعکاس های مکرر بر روی دو تیغه شیشه می باشند. در نتیجه با چشمه گسترده فریزها نوارهای تداخلی و موازی هم مرکز خواهند بود. البته می توان فریزها را که در بینهایت جایگزیده هستند مستقیماً با چشم مشاهده نمود که در این حالت چشم کار عدسی کانونی کننده را که دیگر مورد نیاز نیست انجام می دهد به دلیل مقادیر بزرگ d که فریزهای ریزی را نتیجه می دهند استفاده از یک تلسکوپ کم توان نیز ضروری بنظر می رسد.



شکل (۱)



شکل (۲)

برای محاسبه محل فریزهای روشن و تاریک می توان به طریق زیر عمل نمود. اختلاف راه نوری بین دو شعاع نورانی متوالی با استفاده از شکل (۲) برابر است با

$$\Delta = I_2 I_3 I_4 - I_2 K$$

$$\Delta = \frac{2d}{\cos \varphi} - I_3 I_4 \sin \theta$$

$$\Delta = \frac{2d}{\cos \varphi} - 2d \operatorname{tg} \varphi \sin \theta = 2d \cos \theta$$

که d ضخامت تیغه هوا و θ زاویه بین شعاع تابش و خط عمود بر تیغه است. شرط ایجاد فریز روشن آن است که

$$2d \cos \theta = m\lambda$$

اگر دو تیغه شیشه ای کاملاً موازی باشند فریزهای دایروی بوجود می آید. زیرا تمام نقاطی که دارای اختلاف راه نوری یکسانی هستند هم فاز خواهند بود. چنین فریزهایی را هم شیب نامند.

چنانچه فاصله دو تیغه رفته رفته زیاد شوند باید $\cos \theta$ کم و بنابراین θ باید زیاد گردد پس در این صورت شعاع فریزها زیاد شده و فریزهای جدیدی در مرکز بوجود می آید و بالعکس با کم شدن d فریزها در مرکز محو خواهند شد. در تداخل سنج فابری پرو یکی از تیغه ها، M_1 بطور ثابت روی قسمتی از بدنه که می تواند بوسیله پیچاندن یک پیچ میکرومتری حرکت نماید نصب گردیده و دیگری M_2 بر روی قسمت ثابت بدنه طوری قرار گرفته که می توان توسط دو پیچ میزان آنرا کاملاً با تیغه M_1 موازی نمود.

قطعات تداخل سنج بسیار ظریف و حساس می باشند و باید با کمال احتیاط حمل گردند لذا از لمس کردن سطح آینه ها و فشار دادن بر روی آنها خودداری کنید. مهمترین کاری که باید انجام داد این است که آینه های (تیغه ها) تداخل سنج را کاملاً با هم موازی نمود. برای این کار چشمه نورانی را در مقابل تداخل سنج قرار دهید و مقوای نسبتاً ضخیمی را چند سوراخ کرده (دهانه قاب لامپ می تواند بجای این کار بکار رود) و بین صفحه و تداخل سنج قرار دهید. اکنون با پیچاندن پیچ های میزان آینه جلویی، حالتی را پیش آورید که تصاویر ایجاد شده همه بر هم منطبق شوند اگر این کار بنحو احسن انجام گیرد پس از برداشتن مقوا فریزهای دایروی دیده خواهند شد. البته در این موقع می توان با احتیاط و به آهستگی پیچ ها را طوری تنظیم نمود که دایره ها کاملاً واضح

به نظر برسد. برای شمارش فریزهای تولید شده در مرکز باید نقطه ثابتی را انتخاب نمود زیرا با تعویض محل چشم نوع فریزها را تغییر خواهند نمود. از فریز تاریک به فریز روشن و بالعکس تبدیل می شوند. برای این عمل بهتراست سوزنی را روی پایه ای سوار کرده و بین چشم و تداخل سنج قرار دارد و با نشانه روی از نوک سوزن فریزهای تولید شده را شمرد. وقتی که بر طریقه میزان کردن تداخل سنج مسلط شدید پیچ میکرومتری را بیچانید و طرز تولید فریزها و همچنین محو آنها را در مرکز مشاهده نمایید.

روش آزمایش

(۱) مدرج کردن تداخل سنج

فریزها را بوجود آورده و آنها در مرکز آینه قرار دهید با زیاد و یا کم کردن فاصله دو تیغه توسط پیچ میکرومتری فریزهای جدید پدیدار و یا محو خواهند شد.

درجه میکرومتری را یادداشت کنید، سپس با بیچاندن آن حدود ۱۰ عدد از فریزهای بوجود آمده یا محو شده را بشمارید. اکنون درجه میکرومتر را دوباره خوانده و مقدار آن را یادداشت نمایید. به همین ترتیب بیستمین، سی امین ... صدمین، صدو بیستمین، و صد و نودمین فریز را خوانده و یادداشت نمایید. اکنون تفاضل بین صفرمین و صدمین و صد و دهمین و غیره را بدست آورید. میانگین مقادیر فوق را بدست آورید. با دانستن طول موج نور بکار رفته مقدار تغییر تیغه ها را به ازای هر درجه پیچ میکرومتری با استفاده از رابطه $2d = m\lambda$ بدست آورید. این کار را مدرج کردن تداخل سنج گویند.

(۲) تعیین فاصله بین طول موجهای زرد سدیم (ساختمان زیر)

وقتی که نور زرد سدیم را حتی در دستگاہی که قدرت جداکنندگی کمی دارند مشاهده کنیم خط زرد موجود در طیف آن دو خط نسبتاً مجزا از هم خواهند بود لیکن با مشاهده آن در تداخل سنج فابری پرو این فاصله بخوبی نمایان است. هنگامیکه دو تیغه به هم چسبیده باشند ($d=0$) فریزهای دو خط زرد سدیم بر هم منطبق بوده و بسیار درخشان به نظر خواهد رسید. وقتی که دو تیغه از یکدیگر فاصله بگیرند یکی از فریزهای موجود سریعتر از دیگری تغییر شعاع می دهد و از دیگری جدا می شود بطوریکه وقتی فاصله دو تیغه برابر

$$2d_1 = m\lambda_1 = (m + \frac{1}{2})\lambda_2$$

باشد فریزهای دو طول موج کاملاً بین یکدیگر جای خواهند گرفت. هرگاه فاصله دو تیغه را بیشتر کنیم لحظه ای فرا خواهد رسید که دوباره فریزهای دو خط D_1 و D_2 زرد سدیم برهم منطبق شوند و اگر باز هم ازدیاد فاصله را ادامه می دهیم تا دوباره فریزها کاملاً بین هم قرار گیرند، خواهیم داشت

$$2d_1 = n_2\lambda_1 = (n_2 + \frac{3}{2})\lambda_2 \quad (۱)$$

و در نتیجه

$$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\lambda_1\lambda_2}{2(d_2 - d_1)} \quad (۲)$$

لذا اختلاف دو طول موج خواهد بود.

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2d} \quad (3)$$

که λ^2 واسطه هندسی بین λ_1, λ_2 بوده و فاصله بین دو حالت بین هم قرار گرفتن متوالی می باشد.

۲) اندازه گیری طول موج

لامپ مجهول را در مقابل تداخل سنج روشن نموده و حالتی را پیش آورید که فریزها کاملا مجزا و واضح باشند. مقدار پیچ میکرومتر را برای ایجاد یا محو ۱۰ و ۲۰ و ۵۰ و ۱۰۰ فریز بخوانید و سپس هر بار با استفاده از رابطه $2d \cos\theta = m\lambda$ مقدار λ را محاسبه کنید و میانگین طول موج مجهول را بدست آورید.

سوال

- ۱- چرا فریزها در تداخل سنج فابری پرو باریک و تیز هستند. ارتباط این باریک بودن را با تعداد شعاعهای منعکسه و ضریب انعکاس تیغه را شرح دهید.
- ۲- تعداد فریزها برای عبور از یک حالت به حالت مشابه دیگر برای دو طول موج زرد سدیم چقدر است.
- ۳- آیا می توان برای مشاهده پدیده تداخلی بجای تیغه هوا از تیغه ای با ضریب شکست n استفاده نمود؟ در این حالت اختلاف راه نوری دو پرتو متوالی چقدر است و شرط تداخل سازنده این پرتوها چیست؟