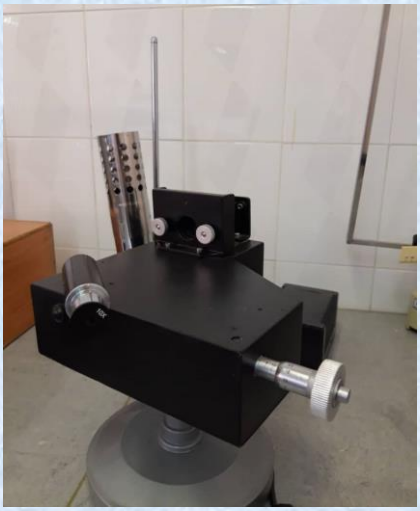
**نام آزمایش و مدل دستگاه:**

آزمایش تداخل سنج فابری پرو

مدل ss۹۹٤۰

**Fabry-Perot Interferometer Experiment**



**مشخصات فنی :** لامپ سدیم (به همراه منبع تغذیه و قاب لامپ)، لامپ جیوه پر فشار (به همراه منبع تغذیه و قاب لامپ)، ستون با قطر ۱۰ و طول ۵۰۰ میلیمتر، بست پایه، سه پایه رومیزی کوچک، دستگاه تداخل‌سنج فابری- پرو، فیلتر سبز

**راهنمای کاربری:** هدف از این آزمایش ۱ - مشاهده پدیده تداخل در تیغه هوا در تداخل سنج فابری پرو ۲- مدرج کردن تداخل‌سنج ۳- اندازه‌گیری طول موج های مجهول و اندازه‌گیری اختلاف طول موج دو خط زرد سدیم میباشد.

## تئوری آزمایش

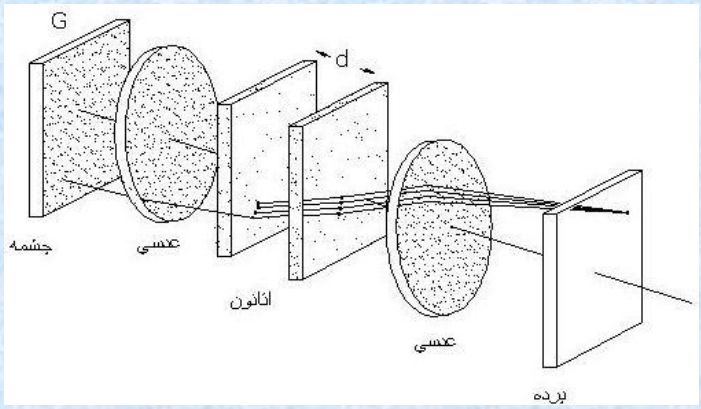
تداخل سنج فابری پرو در مباحث نور از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است چرا که علاوه بر مورد استفاده بودن آن در بررسی جزئیات ساختار خطوط طیفی به دلیل قدرت تفکیک فوق العاده بالای آن به عنوان کاواک تشدید لیزری نیز بکار می‌رود. این دستگاه همان‌طور که از شکل ۱ مشخص است از دو تیغه شیشه‌ای تخت نیمه نقره اندود موازی با بازتابیدگی بالا که به فاصله $d$ از یکدیگر قرار گرفته‌اند تشکیل شده است. صفحه G مات بوده و قادر است نوری را که از پشتش می‌تابد بطور یکنواخت توزیع نماید و چشمه گسترده به وجود آورد.

پرتوهایی که وارد می‌شوند در فاصله بین دو تیغه (این فاصله را تیغه هوا می‌نامند) چندین بار بازتابیده می‌شوند که همگی با هم اختلاف راه نوری ثابتی دارند. پرتوهای عبوری بوسیله یک عدسی در نقطه ای مانند P کانونی می‌گردند. کلیه پرتوهایی که با زاویه معینی بر فاصله دو سطح فرود می‌آیند یک فریز دایروی ساده با تابیدگی یکنواخت بوجود می‌آورند؛ به عبارت دیگر فریزها حاصل از انعکاس‌های مکرر بر روی دو تیغه شیشه‌ای می‌باشند. در نتیجه با چشمه گسترده فریزها نوارهای تداخلی و موازی هم مرکز خواهند بود. البته می‌توان فریزها را که در بینهایت جایگزیده هستند مستقیما با چشم مشاهده نمود که در این حالت چشم کار عدسی کانونی‌کننده را که دیگر مورد نیاز نیست انجام می‌دهد. به دلیل مقادیر بزرگ $d$ که فریزهای ریزی را نتیجه می‌دهند استفاده از یک تلسکوپ کم توان نیز ضروری به نظر می‌رسد.

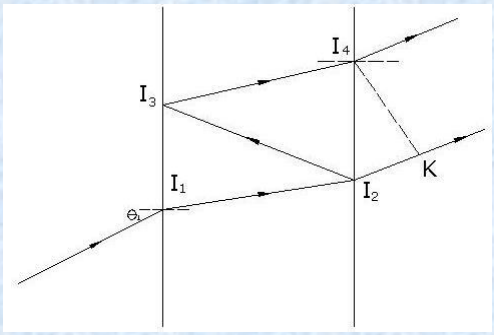
آدرس : مشهد-کیلومتر ۱۲ جاده قوچان – پارک علم و فناوری خراسان رضوی – نبش پامچال ، کدپستی: ۹۱۸۵۱۷۳۸۲۳

تلفن : ۰۵۱-۳۸۹۰۱۴۴۲ ۰۵۱-۳۵۴۲۵۴۳۸ همراه : ۰۹۳۵۸۶۷۵۱۴۹ فکس:

ایمیل : samansarabb@gmail.com سایت :




شکل ۱




شکل ۲

برای محاسبه محل فریزهای روشن و تاریک می‌توان به طریق زیر عمل نمود:

اختلاف راه نوری بین دو شعاع نوری متوالی با استفاده از شکل ۲ برابر است با:

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

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

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

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

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

آدرس : مشهد-کیلومتر ۱۲ جاده قوچان – پارک علم و فناوری خراسان رضوی – نبش پامچال ، کدپستی: ۹۱۸۵۱۷۳۸۲۳

تلفن : ۰۵۱-۳۸۹۰۱۴۴۲ ۰۵۱-۳۵۴۲۵۴۳۸ همراه : ۰۹۳۵۸۶۷۵۱۴۹ فکس:

ایمیل : samansarabb@gmail.com سایت :

اگر دو تیغه شیشه‌ای کاملا موازی باشند فریزهای دایروی به وجود می‌آید. زیرا تمام نقاطی که دارای اختلاف راه نوری یکسانی هستند هم‌فاز خواهند بود. چنین فریزهایی را هم‌شیب نامند.

چنانچه فاصله دو تیغه رفته رفته زیاد شود باید $\cos\theta$ کم و لذا $\theta$ زیاد گردد. پس در این صورت شعاع فریزها زیاد شده و فریزهای جدیدی در مرکز به وجود می‌آید و بالعکس با کم شدن $d$ فریزها در مرکز محو خواهند شد. در تداخل‌سنج فابری- پرو یکی از تیغه ها ($M_1$) بطور ثابت روی قسمتی از بدنه که می‌تواند بوسیله پیچاندن یک پیچ میکرومتری حرکت نماید نصب گردیده و دیگری ($M_2$) بر روی قسمت ثابت بدنه طوری قرار گرفته که می‌توان توسط دو پیچ میزان آنرا کاملا با تیغه $M_1$ موازی نمود. قطعات تداخل‌سنج بسیار ظریف و حساس می‌باشند و باید با کمال احتیاط حمل گردند؛ لذا از لمس کردن سطح آینه‌ها و فشار آوردن بر روی آنها خودداری کنید. مهمترین کاری که باید انجام داد این است که آینه‌ها (تیغه‌ها)ی تداخل‌سنج را کاملا با هم موازی نمود. برای این کار چشمه نورانی را در مقابل تداخل‌سنج قرار دهید و مقوای نسبتا ضخیمی را چند سوراخ کرده (دهانه قاب لامپ می‌تواند به جای این کار به کار رود) و بین صفحه و تداخل‌سنج قرار دهید. اکنون با پیچاندن پیچ‌های میزان آینه جلویی، حالتی را پیش آورید که تصاویر ایجاد شده (سایه‌های سوزن) 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 می‌توان با احتیاط و به آهستگی پیچ‌ها را طوری تنظیم نمود که دایره‌ها کاملا واضح به نظر برسند.

برای شمارش فریزهای تولید شده در مرکز باید نقطه ثابتی را انتخاب نمود، زیرا با تعویض محل چشم نوع فریزها تغییر خواهند نمود و از فریز تاریک به فریز روشن و بالعکس تبدیل می‌شوند. برای این عمل بهتر است سوزنی را روی پایه‌ای سوار کرده و بین چشم و تداخل‌سنج قرار دارد و با نشانه‌روی از نوک سوزن فریزهای تولید شده را شمرد. وقتی که بر طریقه میزان کردن تداخل‌سنج مسلط شدید پیچ میکرومتری را بپیچانید و طرز تولید فریزها و همچنین محو شدن آنها را در مرکز مشاهده نمایید.

## روش آزمایش

**۱) مدرج کردن تداخل سنج**

فریزها را به وجود آورید. با زیاد و یا کم کردن فاصله دو تیغه توسط پیچ میکرومتری فریزهای جدید پدیدار و یا محو خواهند شد. عدد پیچ میکرومتری را یادداشت کنید. سپس با پیچاندن 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 عدد بیستمین، سی امین، ...، صدمین، صد و بیستمین، و صد و نودمین فریز را خوانده و یادداشت نمایید. اکنون تفاضل بین صفرمین و صدمین، دهمین و صد و دهمین و غیره را بدست آورید. میانگین آنها تغییر درجه پیچ میکرومتری به ازای تولید (محو) ۱۰۰ فریز می‌باشد. با دانستن طول موج نور به کار رفته (نور زرد سدیم) مقدار تغییر فاصله تیغه‌ها را به ازای هر درجه پیچ میکرومتری با استفاده از رابطه $2d = m\lambda$ بدست آورید. این کار را مدرج کردن تداخل‌سنج گویند.

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

آدرس : مشهد-کیلومتر ۱۲ جاده قوچان – پارک علم و فناوری خراسان رضوی – نبش پامچال ، کدپستی: ۹۱۸۵۱۷۳۸۲۳

تلفن : ۰۵۱-۳۸۹۰۱۴۴۲ ۰۵۱-۳۵۴۲۵۴۳۸ همراه : ۰۹۳۵۸۶۷۵۱۴۹ فکس:

ایمیل : samansarabb@gmail.com سایت :

وقتی که نور زرد سدیم را حتی در دستگاهی که قدرت جدا کنندگی کمی دارند مشاهده کنیم خط زرد موجود در طیف آن دو خط نسبتا مجزا از هم خواهند بود. لیکن با مشاهده آن در تداخل‌سنج فابری- پرو این فاصله بخوبی نمایان است. هنگامی که دو تیغه به هم چسبیده باشند ( $d=0$ ) فریزهای دو خط زرد سدیم بر هم منطبق بوده و بسیار درخشان به نظر خواهند رسید. وقتی که دو تیغه از یکدیگر فاصله بگیرند یکی از فریزهای موجود سریع‌تر از دیگری تغییر شعاع می‌دهد و از دیگری جدا می‌شود، بطوری که وقتی فاصله دو تیغه برابر:

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

باشد فریزهای دو طول موج کاملا بین یکدیگر جای خواهند گرفت.

هرگاه فاصله دو تیغه را بیشتر کنیم لحظه‌ای فرا خواهد رسید که دوباره فریزهای دو خط $D_2$ و $D_1$ زرد سدیم برهم منطبق می‌شوند و اگر باز هم ازدیاد فاصله را ادامه دهیم تا دوباره فریزها کاملا بین هم قرار گیرند، خواهیم داشت:

$$2d_1 = n_2\lambda_1 = (n_2+\frac{3}{2})\lambda_2 \qquad (1)$$

و در نتیجه:

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

لذا اختلاف دو طول موج به صورت خواهد بود:

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

که $\lambda^2$ واسطه هندسی بین $\lambda_1, \lambda_2$ بوده و $d'$ فاصله بین دو حالت بین هم قرار گرفتن متوالی می‌باشد.

**۳) اندازه گیری طول موج مجهول**

لامپ جیوه پرفشار را جایگزین لامپ سدیم کنید و حالتی را پیش آورید که فریزها کاملا مجزا و واضح باشند. مشابه قسمت قبل مقدار پیچ میکرومتر را برای ایجاد یا محو ۱۰، ۲۰، ۵۰ و۱۰۰ فریز بخوانید و سپس هر بار با استفاده از رابطه $2d = m\lambda$ مقدار $\lambda$ را محاسبه کنید و میانگین طول موج مجهول را بدست آورید.

آدرس : مشهد-کیلومتر ۱۲ جاده قوچان – پارک علم و فناوری خراسان رضوی – نبش پامچال ، کدپستی: ۹۱۸۵۱۷۳۸۲۳

تلفن : ۰۵۱-۳۸۹۰۱۴۴۲ ۰۵۱-۳۵۴۲۵۴۳۸ همراه : ۰۹۳۵۸۶۷۵۱۴۹ فکس:

ایمیل : samansarabb@gmail.com سایت :

**شرایط محیطی لازم برای نصب و راه اندازی:**

محدوده دمایی بین ۰ تا ۵۵ درجه سانتی گراد

محدوده رطوبتی قابل تحمل برای دستگاه ۱۰تا۶۵ درصد

دستگاه در معرض تغییرات دمایی شدید قرارنگیرد.

**گارانتی و خدمات پس از فروش :**

کلیه محصولات تولیدی شرکت سامان سرای بین الملل بارثاوا دارای ۳سال گارانتی تعویض قطعات و ۱۰سال خدمات پس از فروش می باشد. .هیچ عامل محیطی و انسانی تولیدات شرکت را از شمول گارانتی و خدمات خارج نمیکند.تجهیزاتی که تنها از شرکت سامان سرای بین الملل بارثاوا خریداری شده و تولید خود این شرکت نمی باشد نیز دارای یک سال گارانتی تعویض و ۲سال خدمات پس از فروش می باشد.نصب و راه اندازی و آموزش نحوه کاربرد وعملکردمحصولات فروخته شده، توسط کارشناسان شرکت در محل آزمایشگاه دانشگاه صورت میگیرد.

آدرس : مشهد-کیلومتر ۱۲ جاده قوچان – پارک علم و فناوری خراسان رضوی – نبش پامچال ، کدپستی: ۹۱۸۵۱۷۳۸۲۳

تلفن : ۰۵۱-۳۸۹۰۱۴۴۲ ۰۵۱-۳۵۴۲۵۴۳۸ همراه : ۰۹۳۵۸۶۷۵۱۴۹ فکس:

ایمیل : samansarabb@gmail.com سایت :