آزمایش ۸

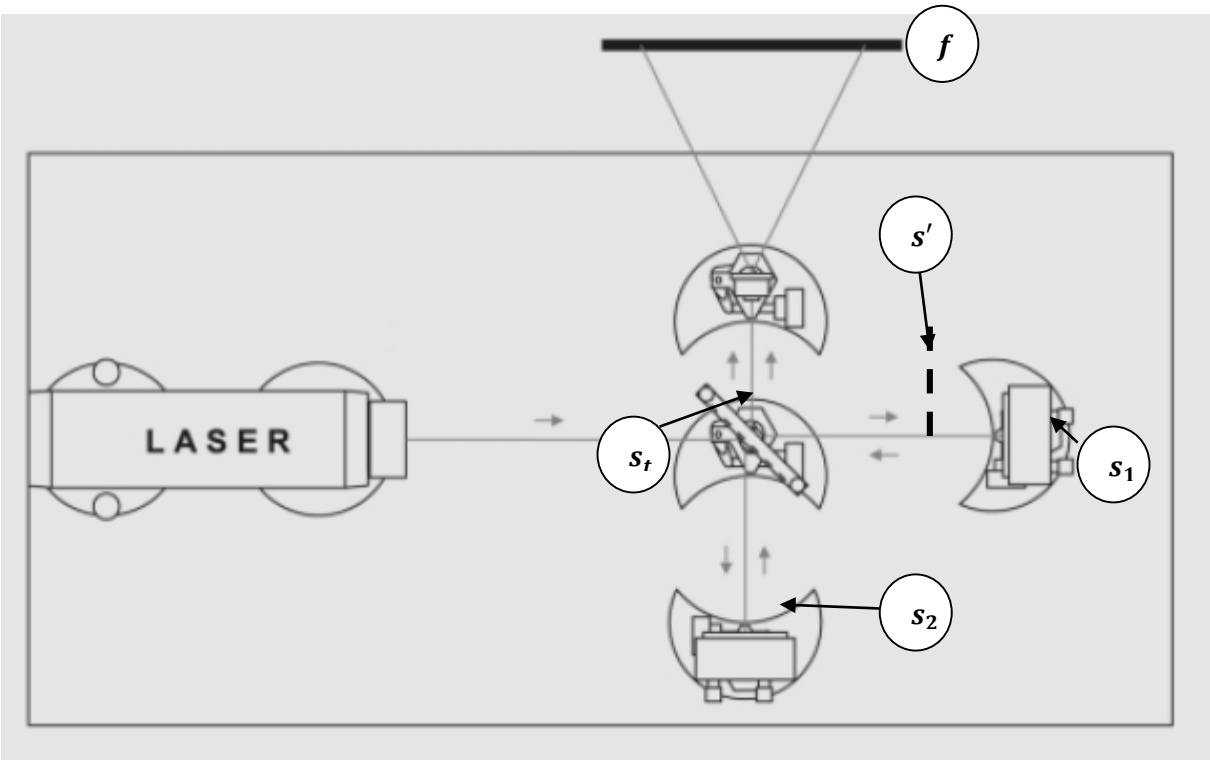
تداخل سنج مایکلسون

هدف آزمایش : طراحی یک تداخل سنج مایکلسون و اندازه‌گیری طول موج لیزر توسط آن

وسایل مورد نیاز : صفحه مبنای تداخل سنج ، پرده تصویر ، لیزر $He\text{-}Ne$ ، پایه زمین ، دیافراگم ، خط کش ، پایه‌های مغناطیسی عدسی ، آینه تخت پشت نقره ای ، شکافنده پرتو ، عدسی $f=50mm$ ، تنظیم کننده دقیق آینه .

مبانی نظری آزمایش :

تداخل سنج مایکلسون مشخصاً به منظور اندازه‌گیری تغییرات جزئی طول جامدات ، ضریب شکست محیط‌های اپتیکی و نیز تعیین طول موج مناسب می‌باشد. شکل زیر مسیر پرتوها را در تداخل سنج فوق نشان می‌دهد .



شکل ۸-۱

در شکل فوق s_t تقسیم کننده پرتو ، s_1 و s_2 آینه ، s' تصویر مجازی آینه s_2 که توسط شکافنده پرتو ایجاد می‌شود و f پرده تصویر است. دستگاه آزمایش هم ارز با یک فضای خالی متوازی السطوح است که بین آینه s_1 و تصویر مجازی آینه s_2 یعنی s' قرار دارد. اگر نور واگرا به این فضا برخورد نماید مجموعه ای از حلقه‌های تداخلی هم مرکز ایجاد می‌شود .

حلقه‌های تداخلی وقتی بوجود می‌آیند که s_1 وs_2 دقیقاً متعامد باشند، اگر دستگاه به طور صحیح تنظیم نگردد تنها قسمت‌هایی از سیستم دایره‌ای دیده خواهد شد .

آینه s_1 را می‌توان توسط تنظیم کننده دقیق میزان نمود و تغییرات حاصل را دقیقاً اندازه گرفت. یک دوران کامل چرخ دنده کاهنده، آینه تخت پشت نقره‌ای s_1 را $5 \times 10^{-3}mm$ جابجا می‌نماید. در اثر این جابجایی حلقه‌های تداخلی باز یا بسته می‌شوند.

جهت ارزیابی با حرکت s_1 به اندازه Δl تغییرات حاصل در روشنایی مرکز حلقه‌های تداخلی را در نظر می‌گیریم .

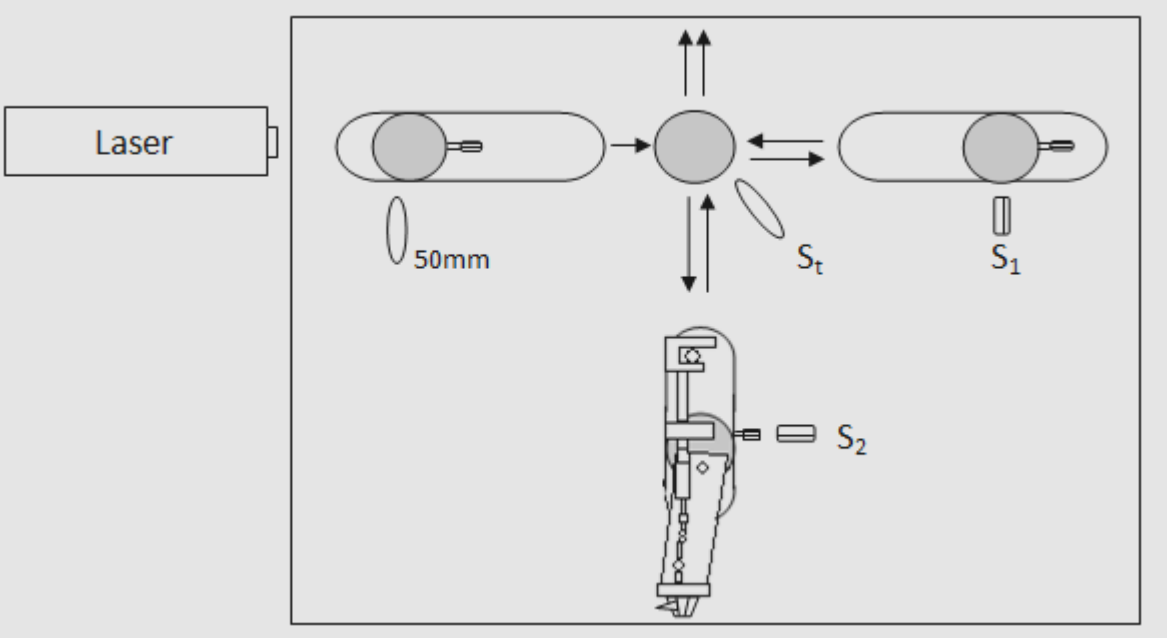
جابجایی کل Δl ، طول موج لیزر λ و تعداد ماکزیمم‌ها یا مینیمم‌های شمرده شده شدت روشنایی z ، با رابطه ذیل به هم مربوط می‌شوند :

$$z.\lambda = 2\Delta l$$

علت ظاهر شدن ضریب ۲ در این رابطه این است که تغییرات ایجاد شده در طول مسیر Δl هم برای پرتو تابش و هم برای پرتو بازتابش در نظر گرفته شده است . هر چه مقدار جابجایی کل Δl بزرگتر باشد دقت تعیین طول موج λ بیشتر می‌شود .

دستگاه آزمایش :

دستگاه آزمایش مطابق شکل ۵-۲ تنظیم می‌گردد.



شکل ۸- ۲

نکاتی مهم در مورد تنظیم دستگاه :

در کلیه آزمایش‌هایی که با لیزر و صفحه مبنا تداخل سنج صورت می‌گیرد، موازی بودن پرتو لیزر با صفحه مبنا، از اهمیت خاصی برخوردار است .

۱. آینه پشت نقره ای s_1 را همراه با پایه آهنربائی چنان نصب کنید که پرتو لیزر به مرکز آینه اصابت نماید. آینه را چنان قرار دهید که پرتو بازتاب منطبق بر پرتو تابش شود و به درون لیزر برگردد (می‌توان از پیچ‌های تنظیم آینه که در پشت آن است نیزکمک گرفت).
۲. آینه تخت s_2 را در تنظیم کننده دقیق محکم کنید تا پرتو لیزر به مرکز آن اصابت کند. اطمینان حاصل کنید که آینه s_2 حتی المقدور قائم بر راستای جابجائی است و حتی اگر آینه جابجا گردد پرتو همواره از نقطه واحدی منعکس می‌گردد، اگر این نکته در نظر گرفته نشود اعوجاج یا جابجایی در الگوی تداخل رخ می‌دهد.

۳. پرتو را تحت زاویه 45° سوار کنید تا قسمت بازتاب کننده پرتو به مرکز اینه s_2 برخورد نماید، آینه را چنان تنظیم کنید که این بخش از پرتوها بر روی خود منعکس شده و پس از انعکاس از روی شکافنده با قسمت اول پرتوها (در لیرز) تصادم نماید.

۴. اگر تنظیمات تداخل سنج صحیح باشد دو انعکاس نزدیک بهم برروی پرده ظاهر می‌گردد، به کمک پیچ‌های تنظیم آینه s_2 و هم‌چنین تنظیم دوباره موقعیت شکافنده می‌توان این‌دو را کاملا بر هم منطبق نمود.

۵. عدسی $f = 50mm$ را بین لیزر و شکافنده پرتو قرار می‌دهید تا الگوی تداخلی را روی صفحه تصویر واضح‌تر مشاهده کنید، حال می‌بایست یک مجموعه از حلقه‌های هم مرکز تاریک و روشن را داشته باشید.

آزمایش اول:اندازه گیری طول موج لیزر

چرخ دنده ای که در انتهای تنظیم کننده آینه s_2 قرار دارد را بکار می‌بریم، به ازای یک دوران کامل چرخ دنده، آینه s_2 به اندازه $5 \times 10^{-3} mm$ جابجا می‌شود و فرانژهای تداخلی باز یا بسته می شوند .

برآمدگی چرخ دنده را بطور یکنواخت و آرام با انگشتانتان (توسط اهرم مربوطه) بچرخانید، در عین حال تعداد ماکزیمم‌ها یا مینیمم‌هایی که در مرکز الگوی تداخل ظاهر می‌گردد یا محو می‌شود را بشمارید. این‌کار را برای چند دور چرخ انجام دهید و در جدول ۱ یادداشت کنید.

نمودار $2\Delta l$ را بر حسب z رسم کنید و از روی شیب مقدار λ را بدست آورید.

تعداد دورهای دوران چرخ دنده	۱	۲	۳	۴	۵	۶
میزان جابجایی آینه $\Delta L = S_2$						
تعداد فرانژهای شمرده شده $= z$						

جدول شماره ۱

آزمایش دوم:اندازه گیری ضریب شکست هوا

محفظه ی استوانه ای شکل که ابتدا و انتهای آن سرپوش شیشه ای قراردارد و متصل به پمپ خلا است را بین شکافنده و آینه s_1 قرار دهید(محفظه حاوی هواست).

پمپ خلا را روشن کنید و چند دقیقه صبر کنید تا هوای درون محفظه کاملا تخلیه شود، در این حالت فرانژها ثابت روی صفحه تصویر قرار دارند. پمپ خلا را خاموش کنید، هم‌زمان با خاموش شدن پمپ و برگشت هوا بدرون محفظه فرانژهای عبوری را خواهید دید، با شمردن این فرانژها و با استفاده از رابطه

$$2L\,(n-1) = Z.\lambda$$

و داشتن طول موج لیزر λ می‌توان n (ضریب شکست هوا) را محاسبه کرد .

در نهایت خطا را برای هر دو آزمایش بدست آورید.