

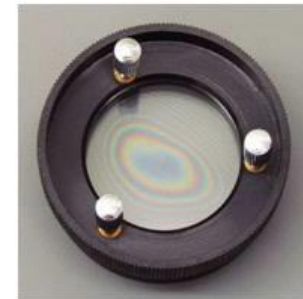
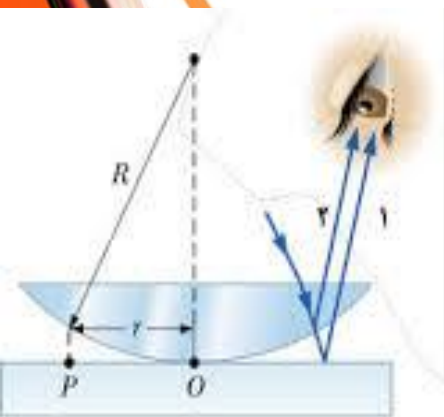
آزمایش ۹: حلقه‌های نیوتن

هدف آزمایش:

مشاهده حلقه‌های نیوتن و تحقیق رابطه‌ی تاریک بازتابی، تعیین شد در فریزهای $r_m^2 = \lambda R m$ عاع انحنای سطح کروی

وسایل آزمایش:

صفحه‌ی شیشه‌ای مخصوص حلقه‌های نیوتن، لامپ سدیم، لامپ جیوه، منبع تغذیه مخصوص لامپ‌های فوق، فیلترهای نوری زرد، آبی، سبز، نگهدارنده فیلتر یا گیره، دیافراگم، عدسی $50mm$ ، عدسی $100mm$ ، ریل اپتیکی، پرده تصویر.

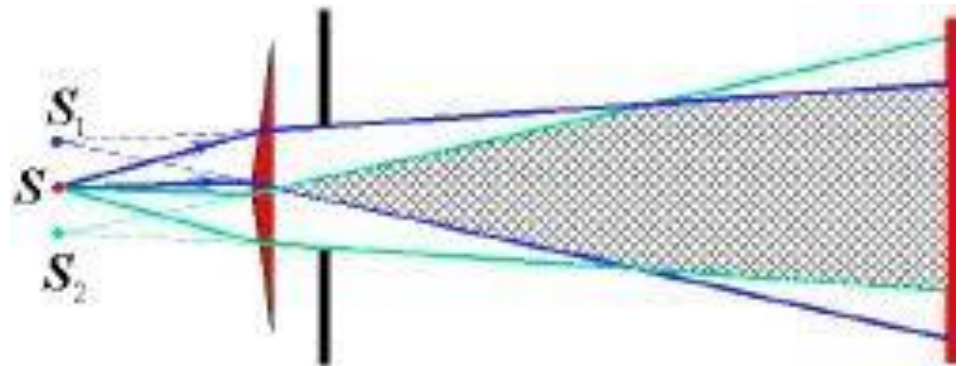
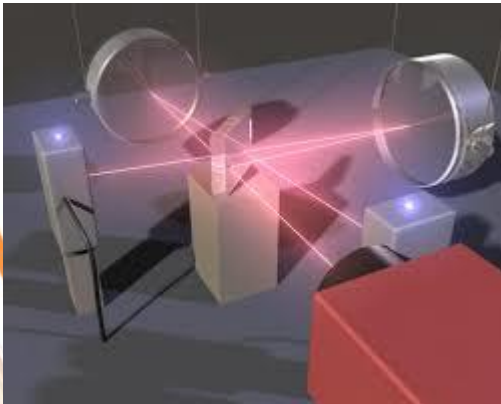


دکتر سید محمد باقر قریشی.

تداخل

تقسیم جبهه موج به 4 گونه است { شکافی دو یانگ
آینه فرنل
دو منشور فرنل
آینه لوید

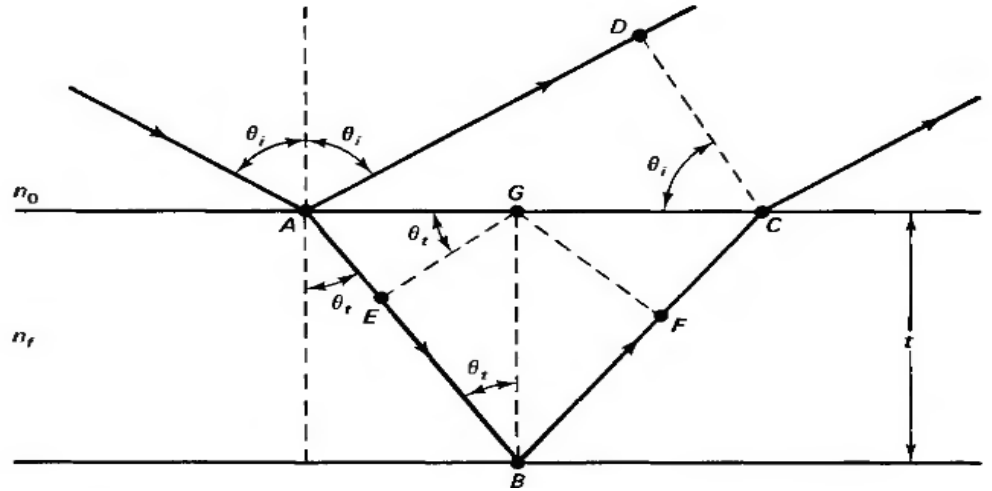
تقسیم دامنه { تداخل سنج مایکلسون
تداخل سنج فابری پرو
بازتاب در لایه های نازک



تداخل دو پرتویی



هدف ما محاسبه ی اختلاف راه $\Delta = f(t, n_f, \theta_i)$



$$\begin{cases} \Delta = n_f(\overline{AB} + \overline{BC}) - n_0\overline{AD} \\ \overline{AB} + \overline{BC} = \overline{AE} + \overline{EB} + \overline{BF} + \overline{FC} \end{cases} \quad *$$

$$\begin{cases} \Delta_{AEG} : \overline{AE} = \overline{AG} \sin \theta_t \xrightarrow{\overline{AG}=\overline{GC}} \overline{AE} = \frac{AC}{2} \sin \theta_t \\ \Delta_{ADC} : \overline{AD} = \overline{AC} \sin \theta_i \implies \overline{AC} = \frac{\overline{AD}}{\sin \theta_i} \end{cases} \implies$$

$$\begin{cases} 2\overline{AE} = \overline{AC} \sin \theta_t = \frac{\overline{AD}}{\sin \theta_i} \sin \theta_t \\ n_0 \sin \theta_i = n_f \sin \theta_t \end{cases} \implies 2\overline{AE} = \overline{AD} \left(\frac{n_0}{n_f} \right)$$

$$n_0\overline{AD} = 2n_f\overline{AE} \xrightarrow{AE=FC} n_0\overline{AD} = n_f(\overline{AE} + \overline{FC})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta = n_f(\overline{EB} + \overline{BF}) \xrightarrow{EB=BF} \Delta = 2n_f\overline{EB} \\ \Delta_{BEG} : \overline{EB} = t \cos \theta_t \end{array} \right. \Rightarrow \Delta = 2n_f t \cos \theta_t \quad (7.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{با توجه به قانون اسنل : } \sin \theta_t = \frac{n_0}{n_f} \sin \theta_i \\ \Delta = 2n_f t (1 - \sin^2 \theta_t)^{\frac{1}{2}} \end{array} \right. \Rightarrow \Delta = 2n_f t \sqrt{1 - \left(\frac{n_0}{n_f} \sin \theta_i\right)^2} \quad (7.2)$$

بنابراین اختلاف فاز ناشی از اختلاف راه را می توان از رابطه ی (3.7) به دست آورد:

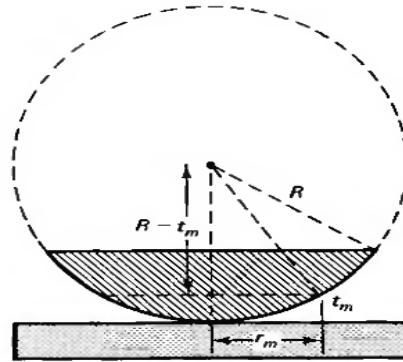
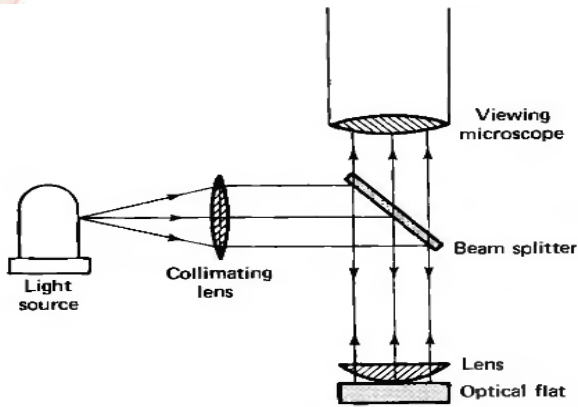
$$\delta = k\Delta = \frac{4\pi}{\lambda} n_f t \sqrt{1 - \left(\frac{n_0}{n_f} \sin \theta_i\right)^2} \quad (7.3)$$

**نکته : اگر از محیط رقیق به غلیظ وارد شویم در موقع بازتاب اختلاف فاز π خواهیم داشت.
بنابراین اختلاف فاز کلی به صورت زیر است:**

$$\eta = \delta + \pi$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2n_f t = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda \\ 2n_f t = m\lambda \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{تداخل سازنده} \\ \text{تداخل ویرانگر} \end{array}$$

حلقه های نیوتون



یک عدسی محدب به شعاع R بر روی یک تیغه ی شیشه ای تخت قرار می گیرند در این حالت چون هوا بین این دو وجود دارد همانند یک گوه عمل می کند.

شرط تداخل سازنده : $2nd = (m + \frac{1}{2})\lambda$

$$d = R - \sqrt{R^2 - r^2} = R - R \left[1 - \frac{r^2}{R^2} \right]^{1/2}$$

$$\xrightarrow{r \ll R} d \cong R - R \left[1 - \frac{1}{2} \frac{r^2}{R^2} + \dots \right] \cong \frac{r^2}{2R}$$

$$\implies r = \sqrt{(m + \frac{1}{2})\lambda R}$$

نقاط روشن

$$\implies r = \sqrt{m\lambda R}$$

نقاط تاریک

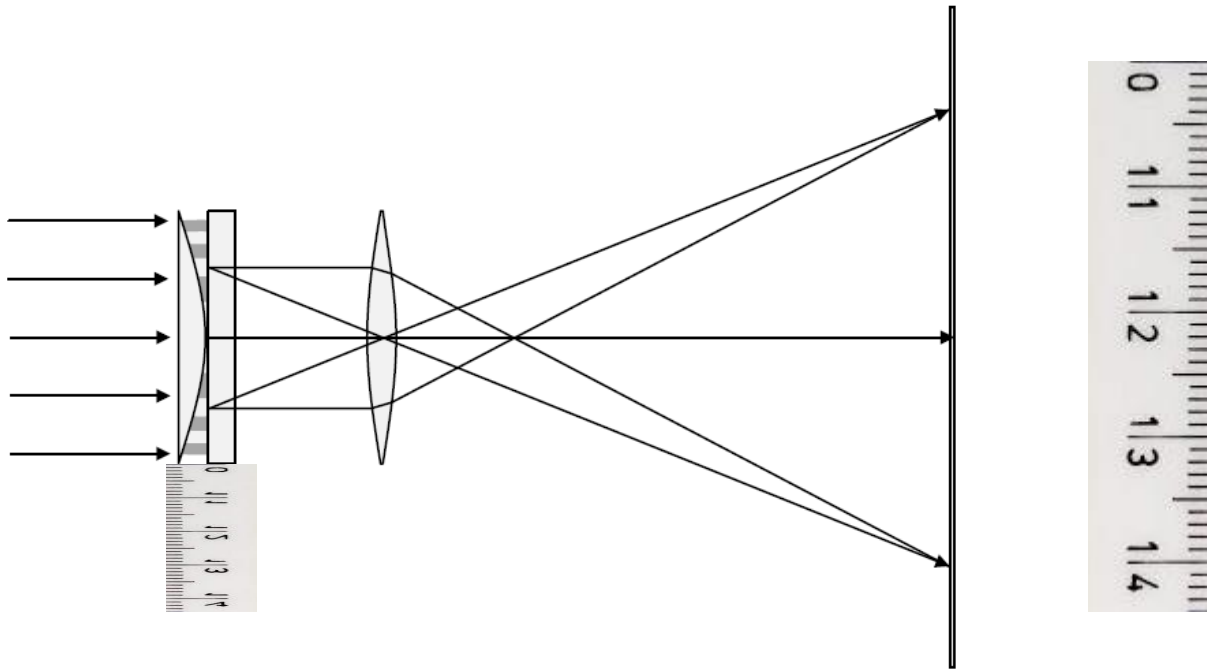
$$m = 0, 1, 2, \dots$$

فاصله ی دو حلقه ی روشن متوالی از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$r_{m+1} - r_m = \sqrt{m\lambda R} \left[\left(1 + \frac{3}{2m}\right)^{1/2} - \left(1 + \frac{1}{2m}\right)^{1/2} \right] \cong \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\lambda R}{m}}$$

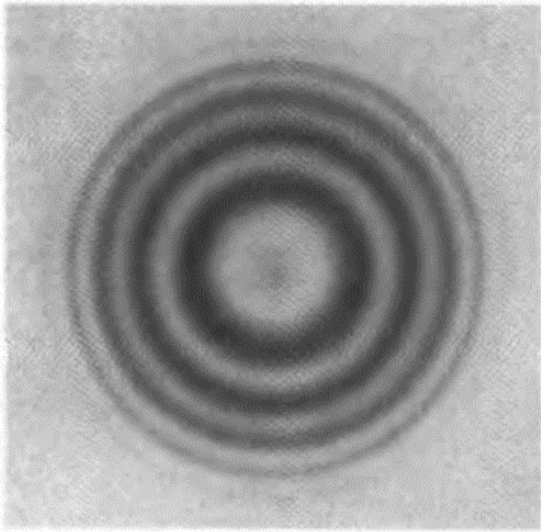
فاصله ی دو حلقه ی تاریک متوالی از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$\Delta r = r_{m+1} - r_m = \sqrt{m\lambda R} \left[\sqrt{1 + \frac{1}{m}} - 1 \right] \xrightarrow{m \gg 1} \Delta r \cong \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\lambda R}{m}}$$

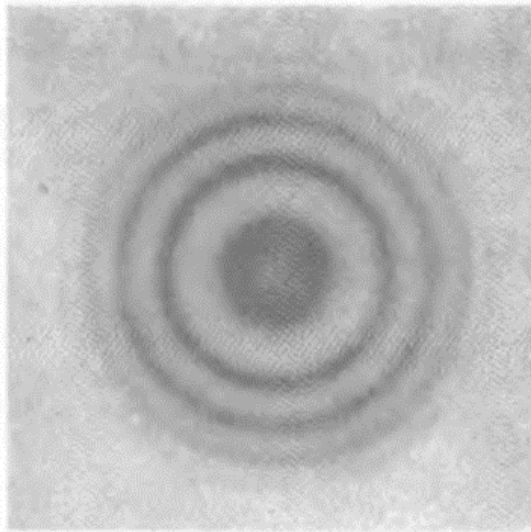


M

نقش تداخل حلقه نیوتن:
 (a) تداخل عبوری از حلقه نیوتن
 (b) تداخل بازتابی از حلقه نیوتن



(a)



(b)

$$r_k = \sqrt{kR\lambda}$$

شماره فریز (k)	شعاع فریز (r_k)	شعاع حلقه نیوتن (R)	\bar{R}
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

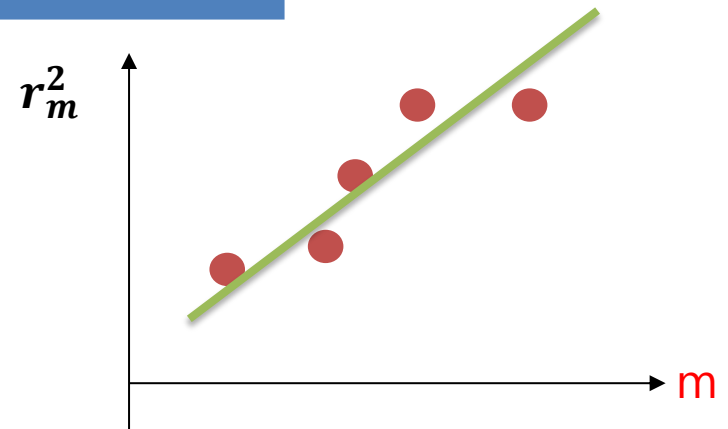
اندازه‌گیری شعاع انحنای R عدسی (محدب تخت) سری الف



m	r_m	r_m^2	R
1	2.33		
2	3.17		
3	3.4		
4	3.65		
5	4.21		

$$\lambda = 632.8 \text{ nm}$$

$$R = \dots \dots \bar{\quad} \dots \dots m$$



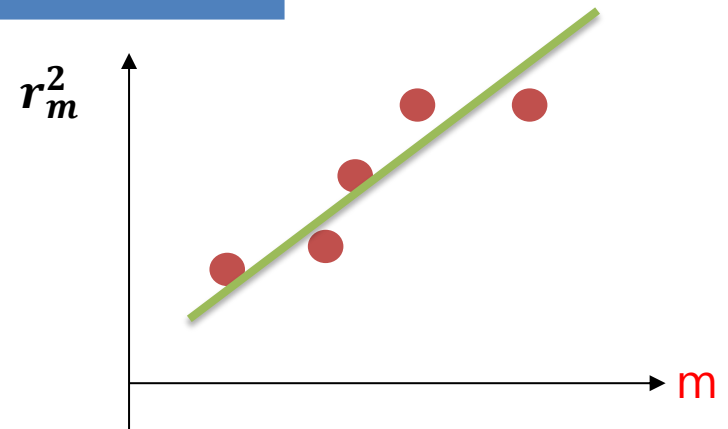
اندازه‌گیری شعاع انحنای R عدسی (محدب تخت) سری ب



m	r_m	r_m^2	R
1	2.5		
2	4.7		
3	6.1		
4	7.5		
5	8.2		

$$\lambda = 632.8 \text{ nm}$$

$$R = \dots \dots \bar{\quad} \dots \dots m$$



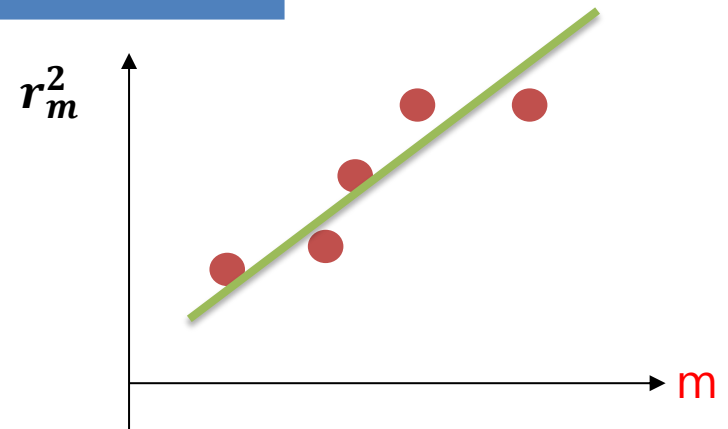
اندازه‌گیری شعاع انحنای R عدسی (محدب تخت) سری ج



m	r_m	r_m^2	R
1	2.5		
2	3.93		
3	5		
4	5.7		
	6.57		

$$\lambda = 632.8 \text{ nm}$$

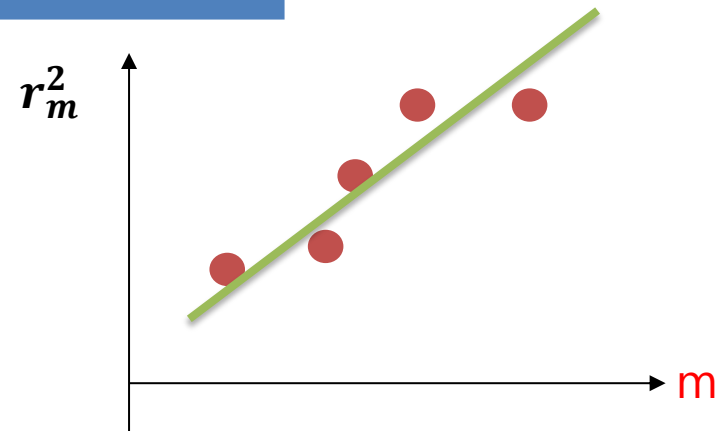
$$R = \dots \dots \bar{\quad} \dots \dots m$$



تعیین طول موج مجهول سری الف

m	r_m	r_m^2	λ
1	2.03		
2	3.21		
3	3.33		
4	3.8		
5	4.22		

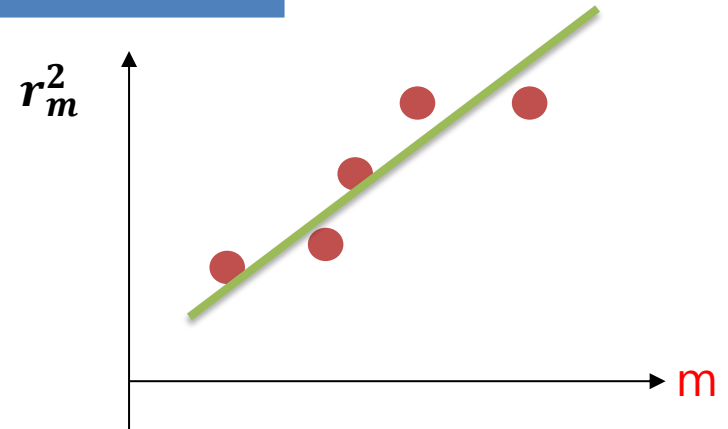
$$\lambda = \dots \dots \bar{\lambda} \dots \dots nm$$



تعیین طول موج مجهول سری ب

m	r_m	r_m^2	λ
1	2.2		
2	3.4		
3	4.3		
4	5.1		
5	5.8		

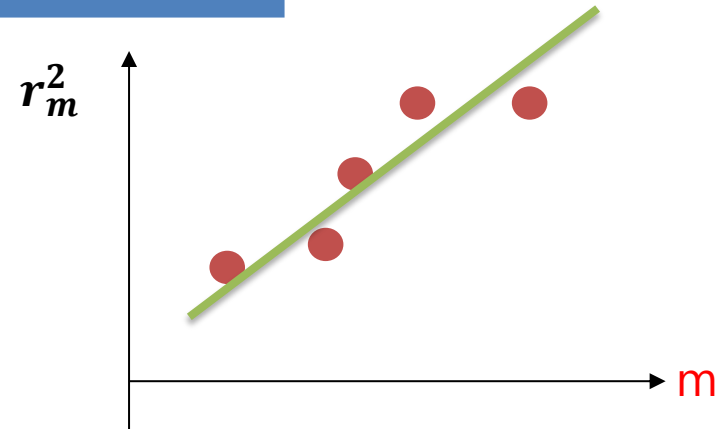
$$\lambda = \dots \dots \bar{\lambda} \dots \dots nm$$



تعیین طول موج مجهول سری ج

m	r_m	r_m^2	λ
1	2.4		
2	3.7		
3	4.7		
4	5.5		
5	6.2		

$$\lambda = \dots \dots \bar{\lambda} \dots \dots nm$$



تکالیف

- (1) یک فیلم نازک استون پوشانده شد ($n = 1.5$) روی یک صفحه شیشه ای ($n = 1.25$) ده است. با نگاه عمودی معلوم می شود تداخل کاملا ویرانگر در 600 nm و تداخل کاملا سازنده در 700 nm اتفاق می افتد. ضخامت فیلم چقدر است؟
- (2) تفاوت فرانژهای عبوری و بازتابی در چیست؟ فیزیک مسئله را شرح دهید؟
- (3) عوامل خطا کدام است و چگونه می توان کاهش داد؟
- (4) نشان دهید که در تداخل حلقه نیوتن، تغییر نسبی شماره فریز دو برابر تغییر نسبی شعاع فریزهاست.
- (5) در مورد کاربردهای این آزمایش تحقیق کنید؟ (نظیر تراش عدسی و ...)