دانشگاه کاشان

دستورکار آموزش مجازی
آزمایشگاه اپتیک

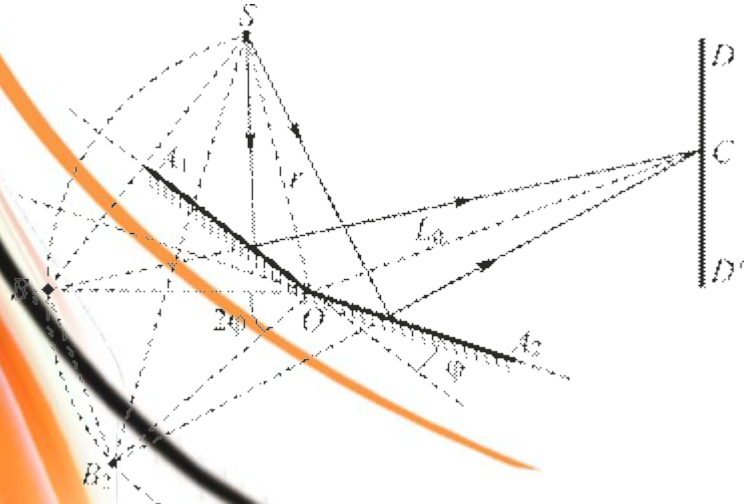
آزمایش ۱۰: تداخل به وسیله تقسیم جبهه موج

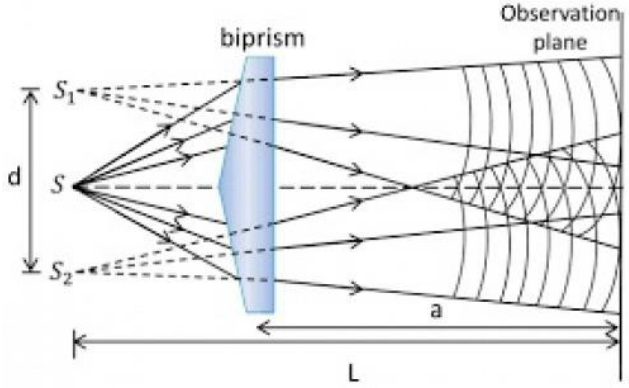
هدف آزمایش:

مشاهده پدیده تداخل با استفاده از لیزر He-Ne ، اندازه‌گیری فاصله دو شکاف یانگ، اندازه‌گیری زاویه رأس دو منشور فرنل و اندازه‌گیری زاویه بین دو آینه فرنل

وسایل آزمایش:

چشمه نور لیزر He-Ne ، صفحه دوشکاف یانگ، عدسی با فواصل کانونی $(5, 50, 100)mm$، دو آینه فرنل، دو منشور فرنل.



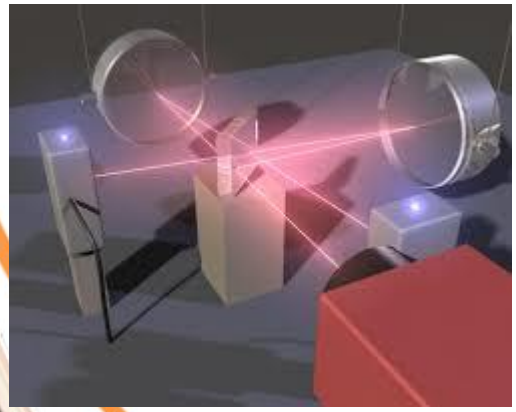


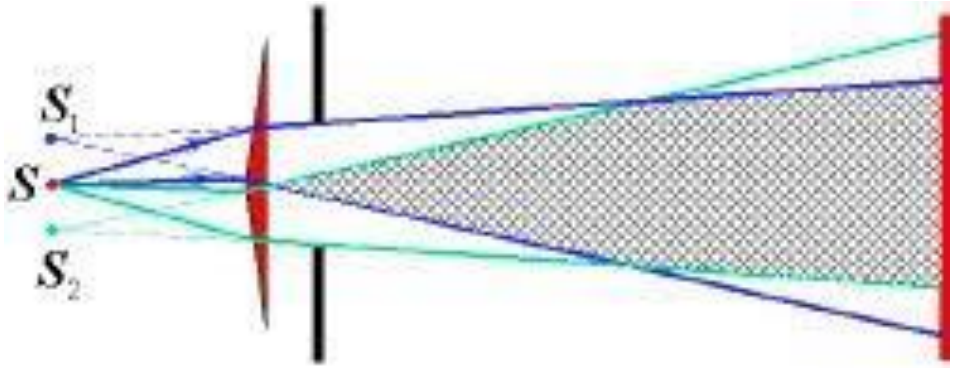
دکتر سید محمد باقر قریشی.

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





الف) تداخل دو شکاف

$$E_R = \frac{2E_L b}{r_0}\frac{\sin\beta}{\beta}\cos\alpha$$

$$I = \left(\frac{\epsilon_0 c}{2}\right)E_R^2 = \left(\frac{\epsilon_0 c}{2}\right)\left(\frac{2E_L b}{r_0}\right)^2\left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)^2\cos^2\alpha$$

$$I = 4I_0\left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)^2\cos^2\alpha$$

$$I_0 = \left(\frac{\epsilon_0 c}{2}\right)\left(\frac{E_L b}{r_0}\right)^2$$

$$\alpha \equiv \tfrac{1}{2}ka\sin\theta$$

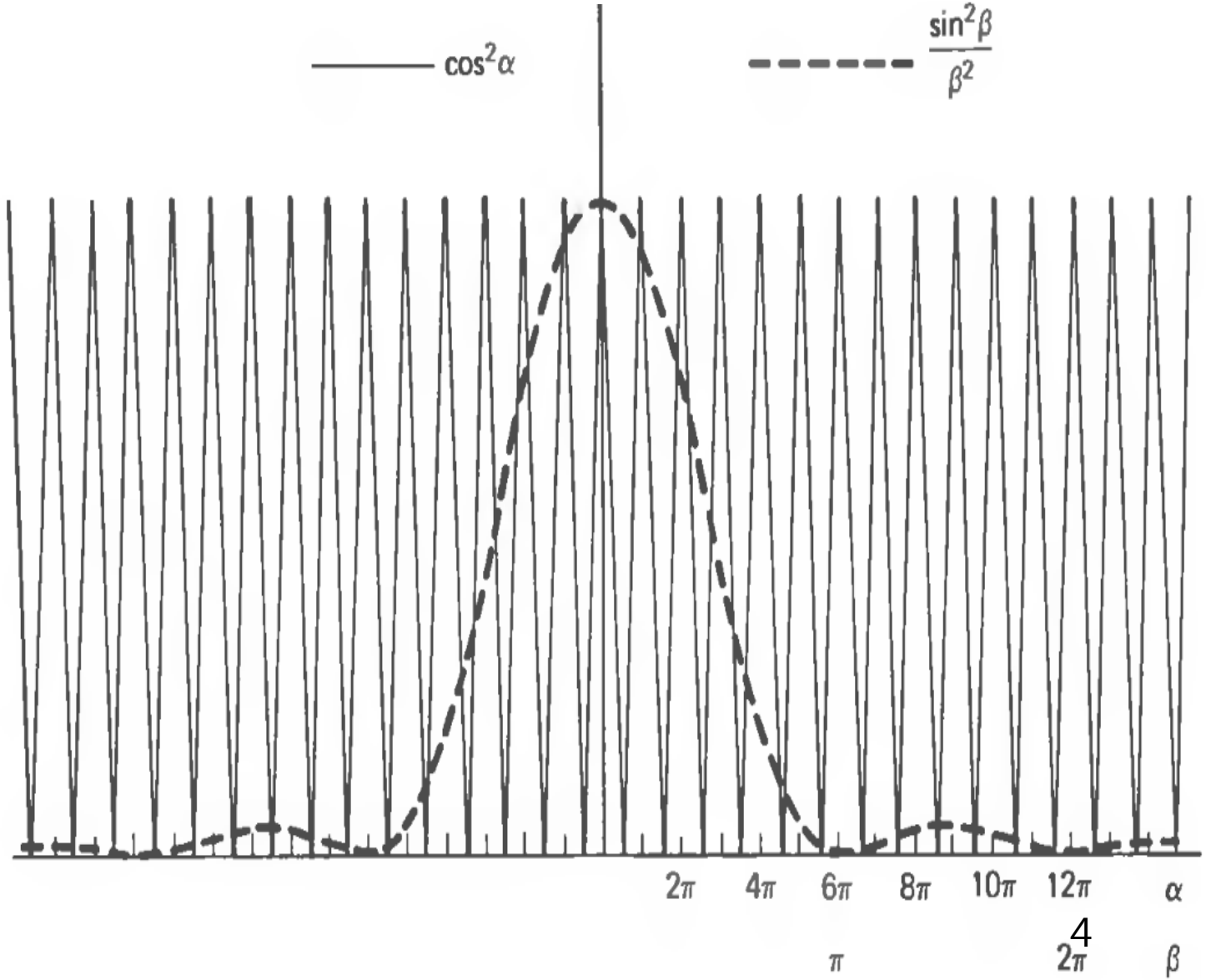
$$\beta \equiv \tfrac{1}{2}kb\sin\theta$$

پراش از روزنه ها

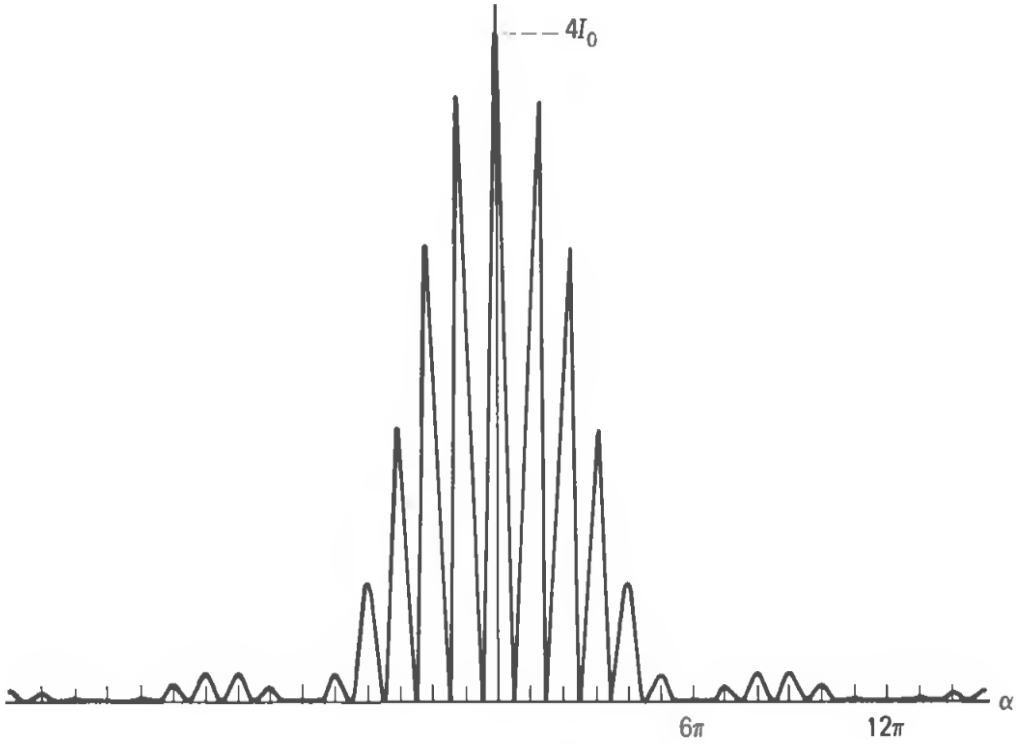
خل بین شکافها

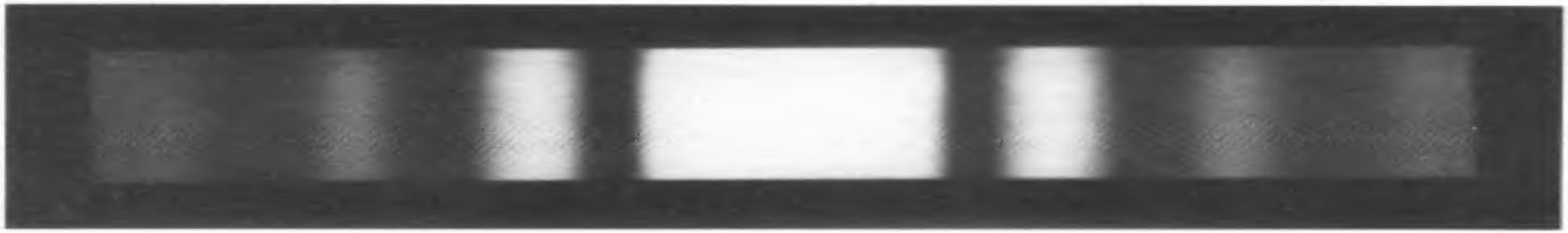
تداخل یانگ

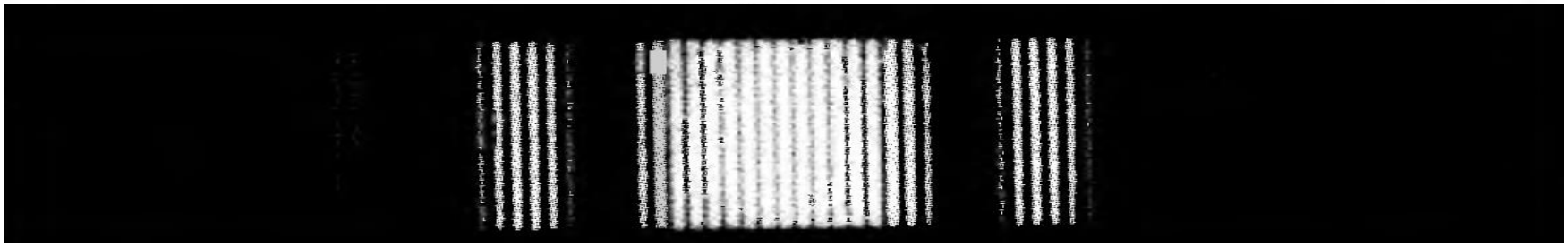
$$I = 4I_0\left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)^2 \cos^2\alpha$$

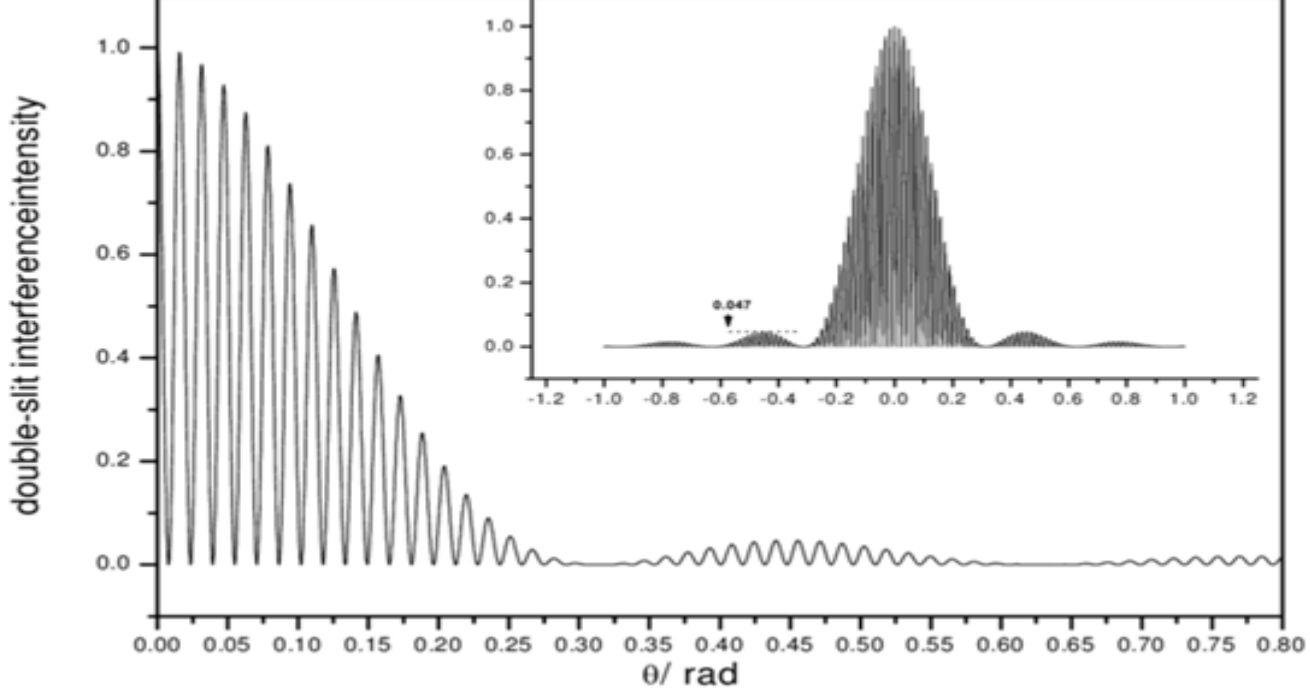


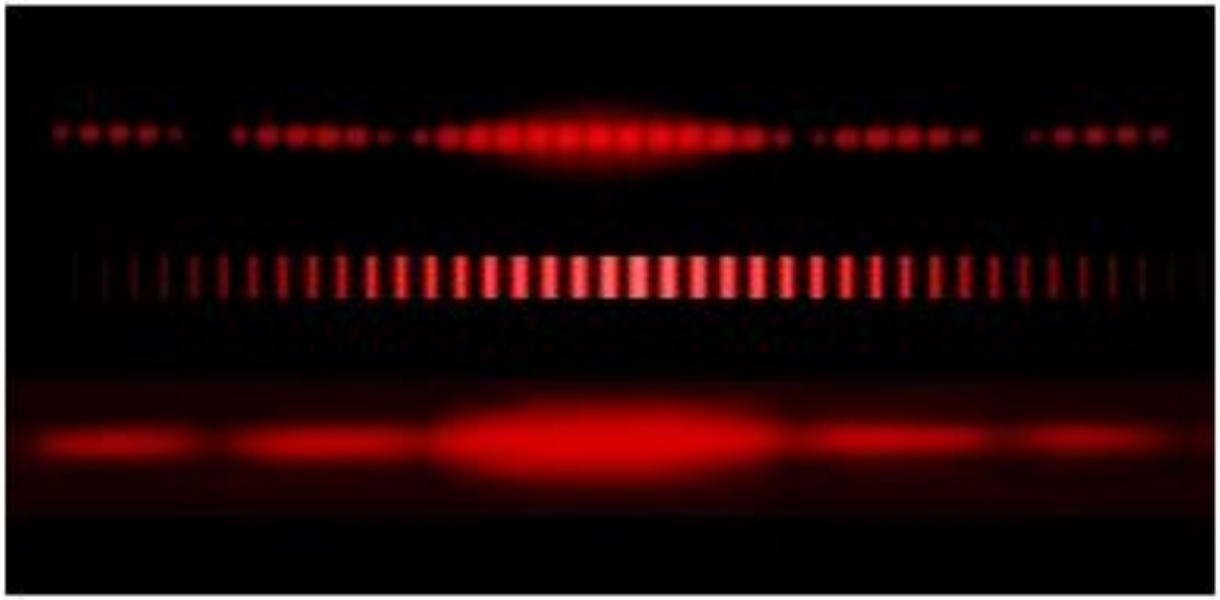
دانشگاه کاشان

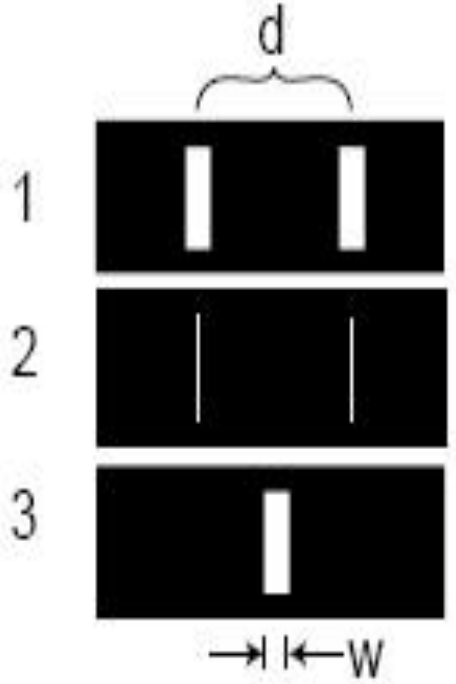







double-slit interferenceintensity
θ/ rad
0.047



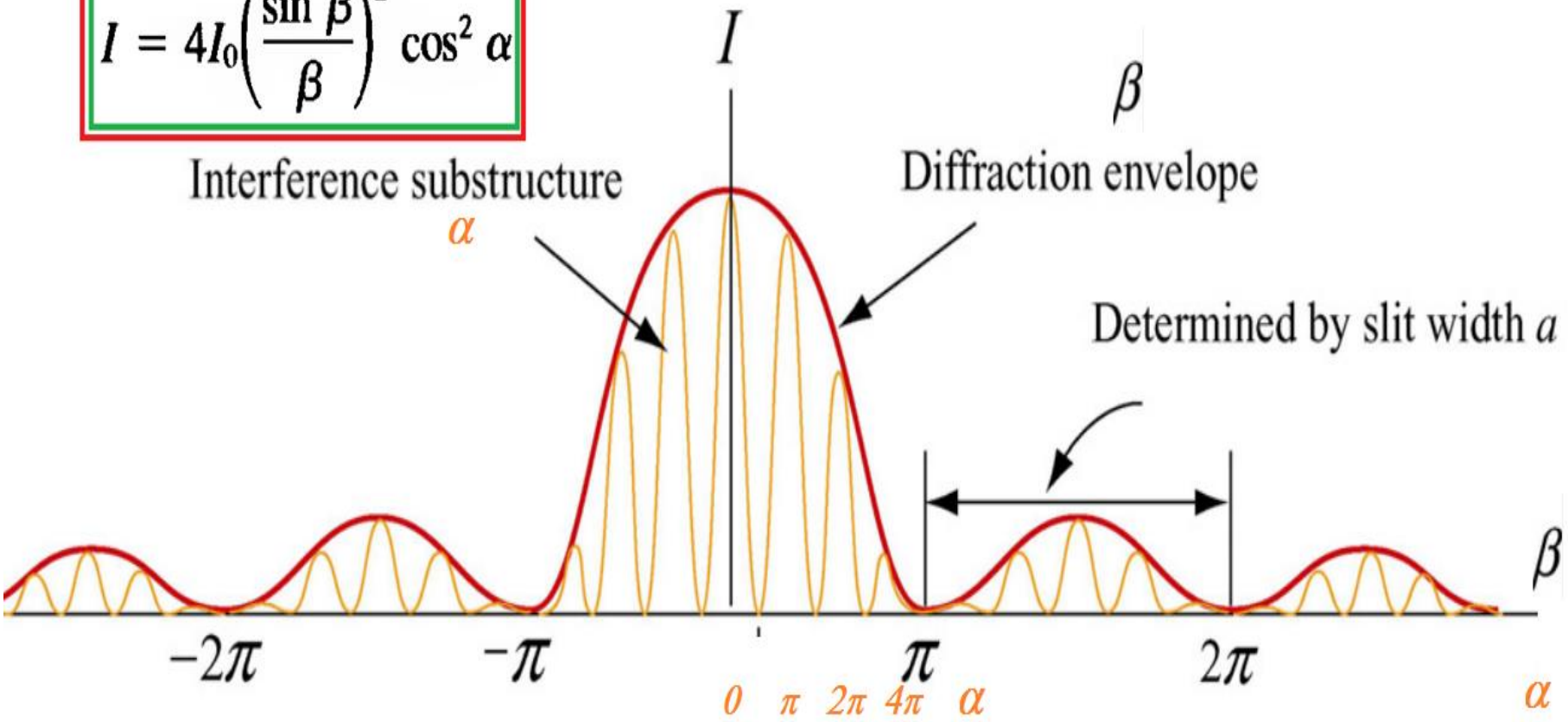

d
1
2
3
W

محلهای بیشینه و کمینه

تداخل $\alpha = m\pi : \max, \quad \alpha = (m+1/2)\pi : \min$

پراش $\beta = m\pi; \min, \quad \beta = (m+1/2)\pi : \max$

$$I = 4I_0\left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)^2 \cos^2\alpha$$



با توجه به شکل و رابطه مربوط به β مقادیر ماکزیمم و مینیمم منحنی مربوط به پراش به صورت زیر است.

$\beta = n\pi \quad \Rightarrow \quad \sin\theta = \frac{n\lambda}{b}$	پراش min
$\tan\beta = \beta$	پراش max

$\alpha = \pm\left(n - \frac{1}{2}\right)\pi \quad \Rightarrow \quad \sin\theta = \frac{\left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda}{a}$	مینیم تداخل

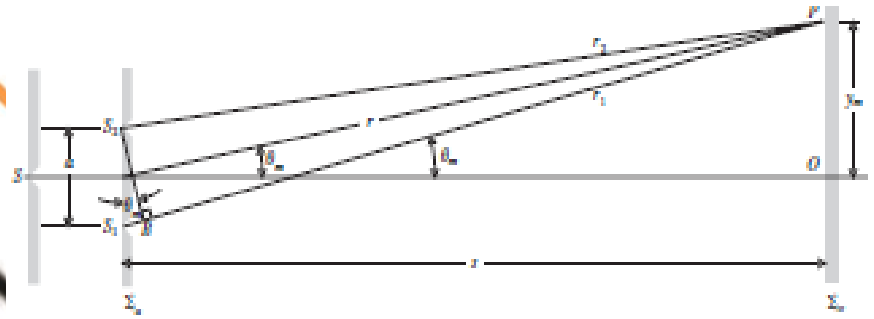
$$sin\theta = \frac{y_m}{D} \rightarrow y_m = \frac{D}{a}(n - \frac{1}{2})\lambda$$

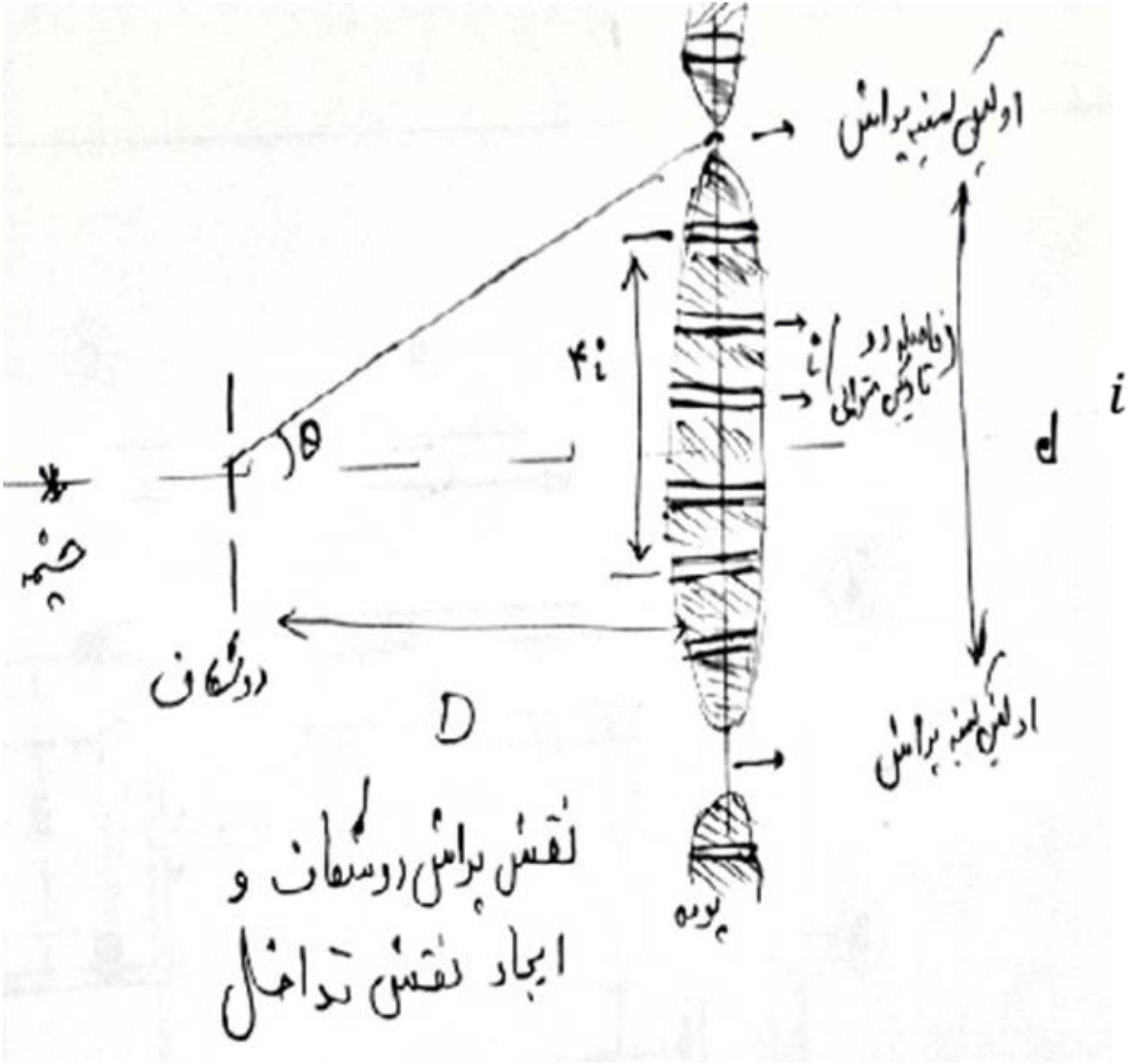
فاصله بین دو فریز تاریک متوالی بر پرده چنین محاسبه می‌شود

$$y_{m+1} - y_m = \frac{D}{a}\lambda[(n+1) - n] = \frac{D}{a}\lambda$$

پهنای یک روشنایی تداخلی

$$\boldsymbol{i = \frac{D}{a}\lambda.}$$

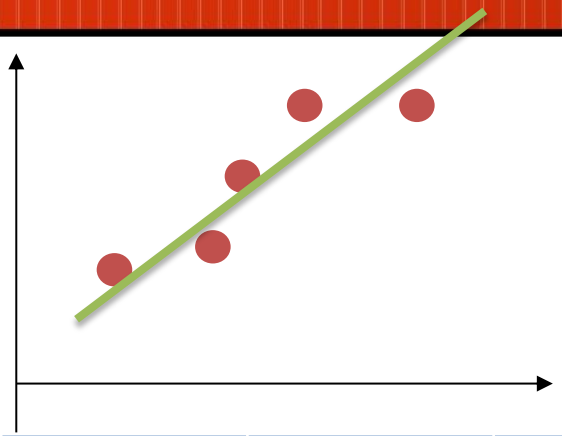


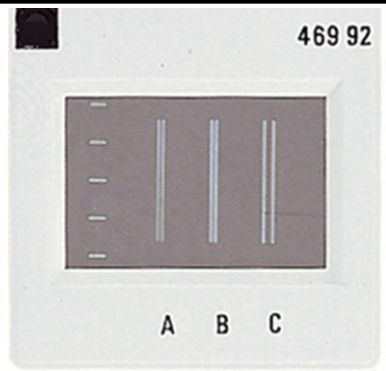


نقش پراش دوشکاف و
ایجاد نقش تداخل

$$i = \frac{D}{a}\lambda$$

پیدا کردن فاصله دو شکاف(نقش تداخلی)



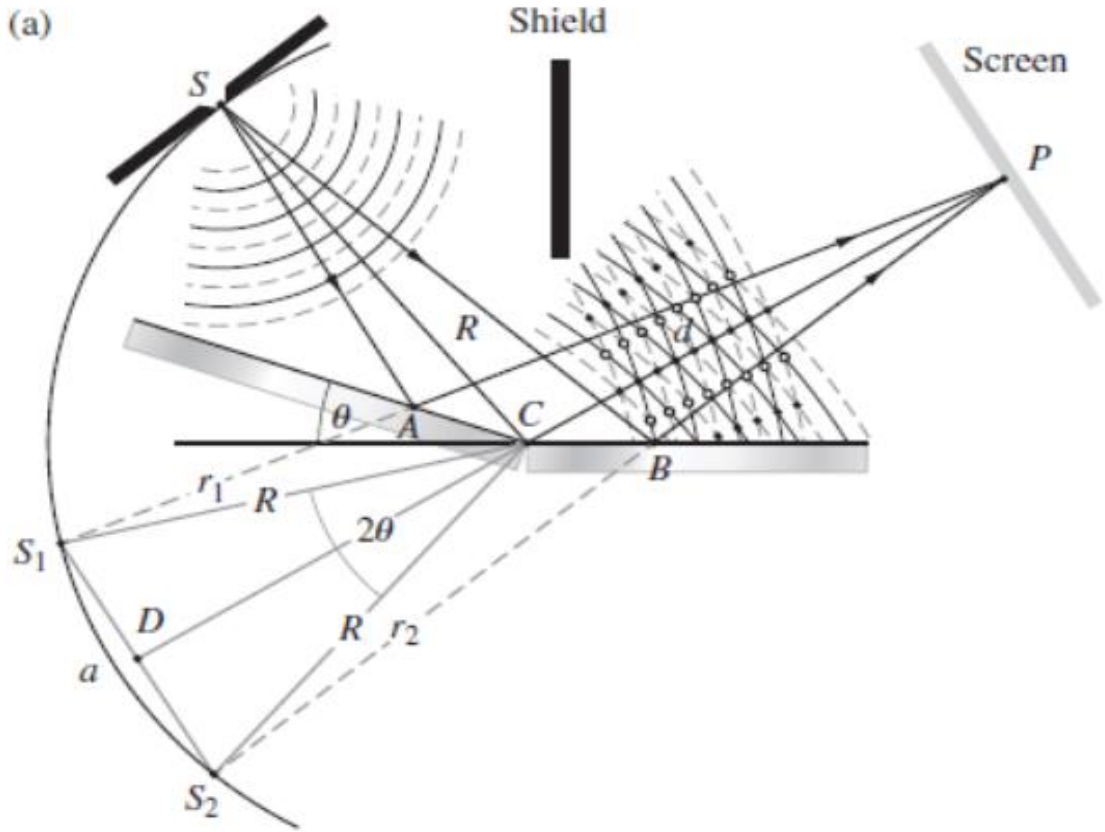


نوع اسلاید	D(m)	n_i(تعدادفریز)	i_n فاصلهفریزها(m)	I (اندر فریز)	a اندازه دوشکاف	$\frac{\Delta a}{\bar{a}}$
A	۹	۸	۰.۰۷۷			
	۶	۸	۰.۰۴۹۰			
B	۹	۲	۰.۰۲۱۱			
	۶	۲	۰.۰۱۵			
C	۹	۶	۰.۰۳۰۳			
	۶	۶	۰.۰۲۰۲			

ب) دو آینه‌ای فرنل

تئوری آزمایش: دو آینه‌ای فرنل شامل دو آینه تخت نقره‌اندود است که با زاویه بسیار کوچکی نسبت به هم قرار گرفته‌اند. بخشی از نور تک فام فرودی از آینه اول و بخش دیگر آن از آینه دوم بازتاب نموده و بازتابهای دو آینه در ناحیه‌ای از فضا با هم تداخل می‌کنند.

دو تصویر s, s1و s2 در دو آینه می‌توانند به عنوان دو چشمه همدوس مجازی جدا از هم و به فاصله aتصور شوند (شکل زیر). قوانین تداخلی حاکم بر دو آینه‌ای را می‌توان مشابه دو شکاف یانگ تصور کرد.



از قوانین تابش نتیجه می‌شود که sA=s1A و sB=s2B.

به نحوی که

sB+Bp=r2

و sA+Ap=r1

بنابراین اختلاف راه نوری بین دو پرتو از اختلاف r1-r2بدست می‌اید.

بنابراین بیشینه‌ها در r1-r2=mλ رخ می‌دهند.

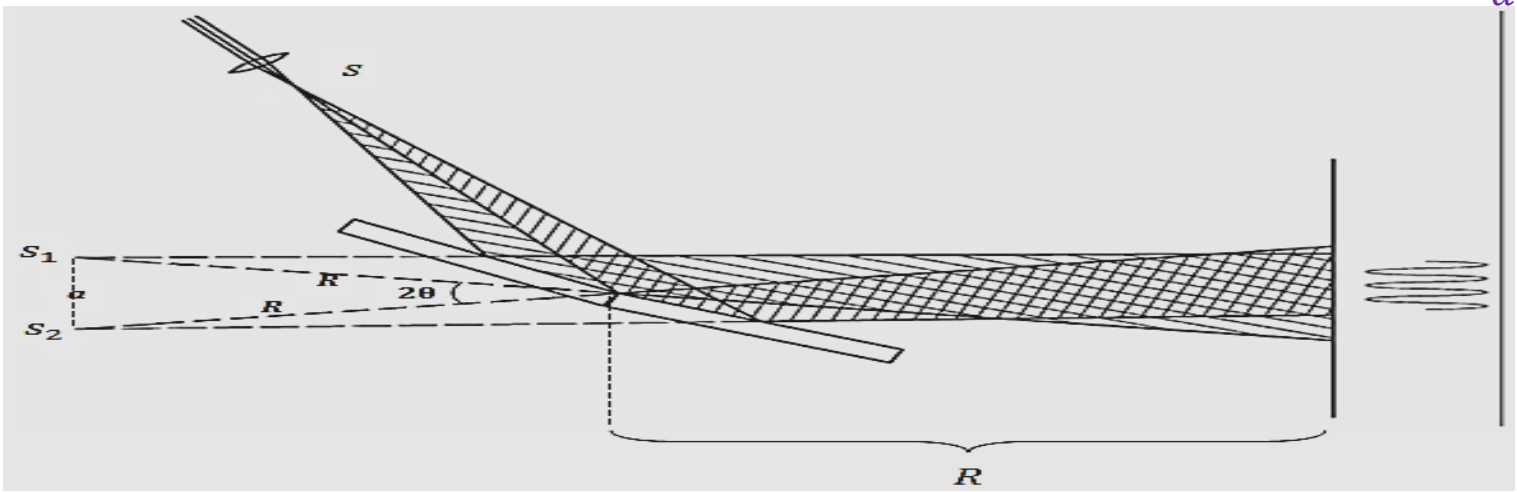
فاصله فریزها این بار هم (به تشابه با تداخل دو شکاف یانگ)از رابطه

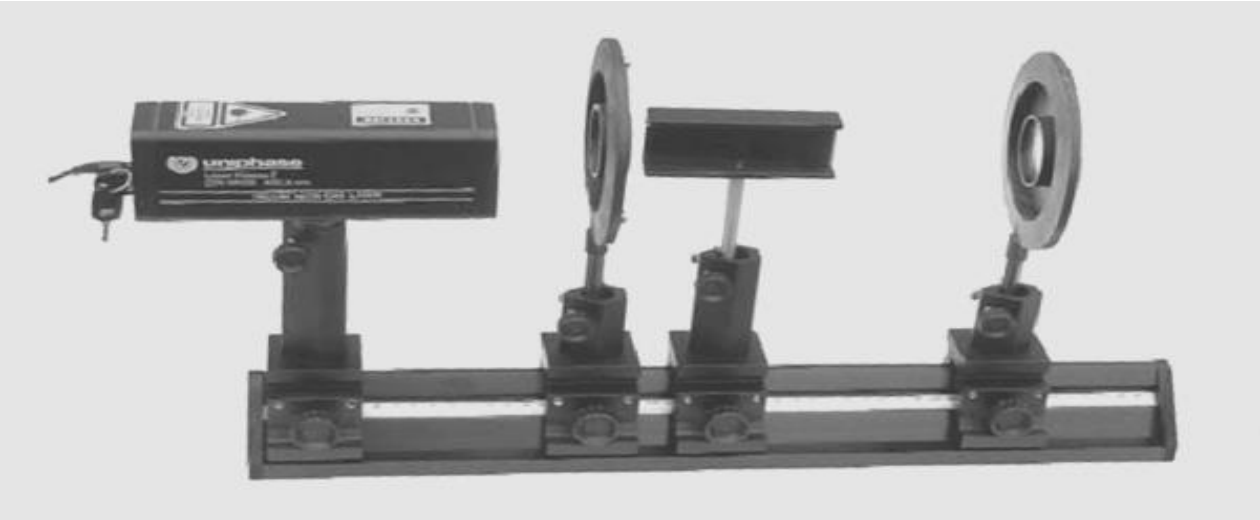
$$\Delta y = i = \frac{D}{a}\lambda$$

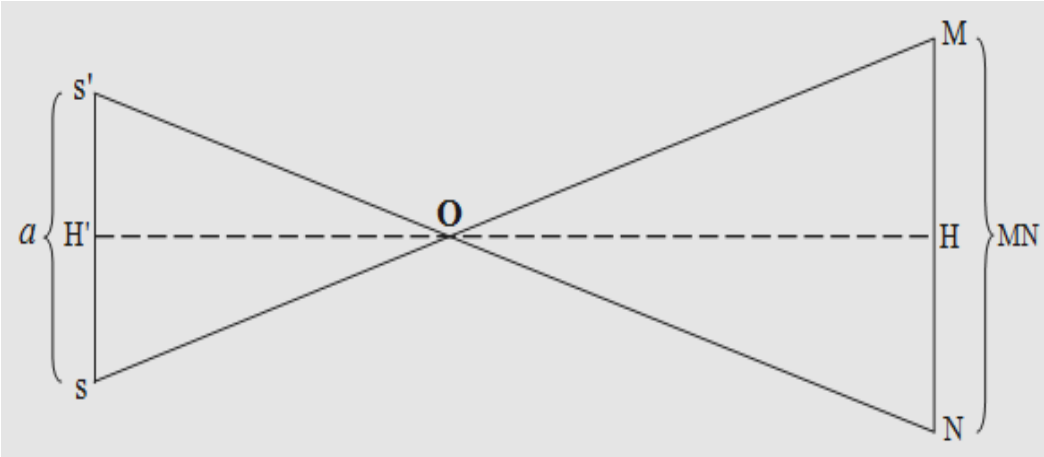
بدست می‌آید که در آن Dفاصله بین دو چشمه مجازی و پرده(تقریباً برابر با فاصله چشمه تا پرده)، aفاصله بین دو چشمه مجازی، و λطول موج نور فرودی است.

روش آزمایش: نور لیزر را بر دو آینه‌ای بتابانید. به نحوی که خط نور و سطح دو آینه تقریباً با هم مواز ی باشد. پس از مشاهده نقش تداخل بر پرده، عدسی را جلوی نور لیزر قرار دهید تا نور لیزر باز شده و فریزهای تداخلی ظاهر شوند. iاندر فریز را اندازه‌گیری کرده و فواصل مورد نیاز را (فاصله چشمه ت ا آینه، آینه تا پرده و ..) اندازه‌گیری کنید. با استفاده از روابط هندسی و تئوری تداخل دو شکاف، زاویه بین دو آینه را محاسبه کنید.

- $\lambda = \frac{a\Delta y}{d}$ a فاصله دو چشمه مجازی، Δy فاصله دو فرانژ متوالی و d فاصله لیزر تا پرده می‌باشد .

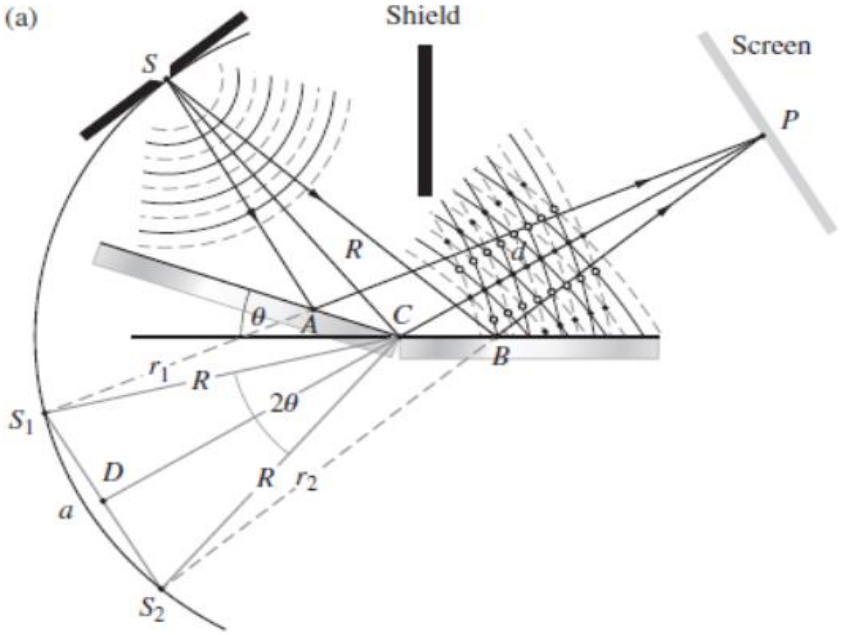






$$a = \frac{OH' \times MN}{OH}$$

MN فاصله دو نقطه نورانی بر روی پرده، OH فاصله مرکز آینه‌ها تا پرده و OH' فاصله مرکز آینه‌ها تا لیزر است.



- $R = 36cm, d = 877.5cm,$
- $MN = 19.5cm$
- $a = 0.79cm$

$R(2\theta) = a \rightarrow \theta = 0.0109rad \rightarrow \theta$

$= 0.628°$

$$i = \frac{42.2}{5} = 8.44mm$$

$\lambda = a\frac{i}{D'}$, D=R+d=913.5cm, λ =?

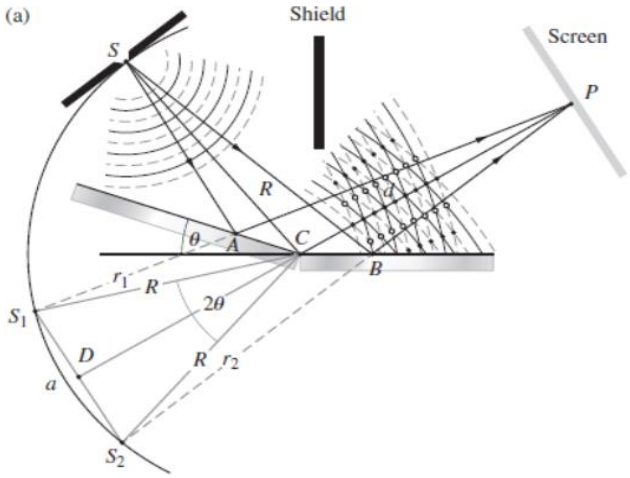
2سری

- $R = 21cm, d = 914cm,$
- $MN = 17cm$
- $a =?$

$R(2\theta) = a \rightarrow \theta =? rad \rightarrow \theta =?$

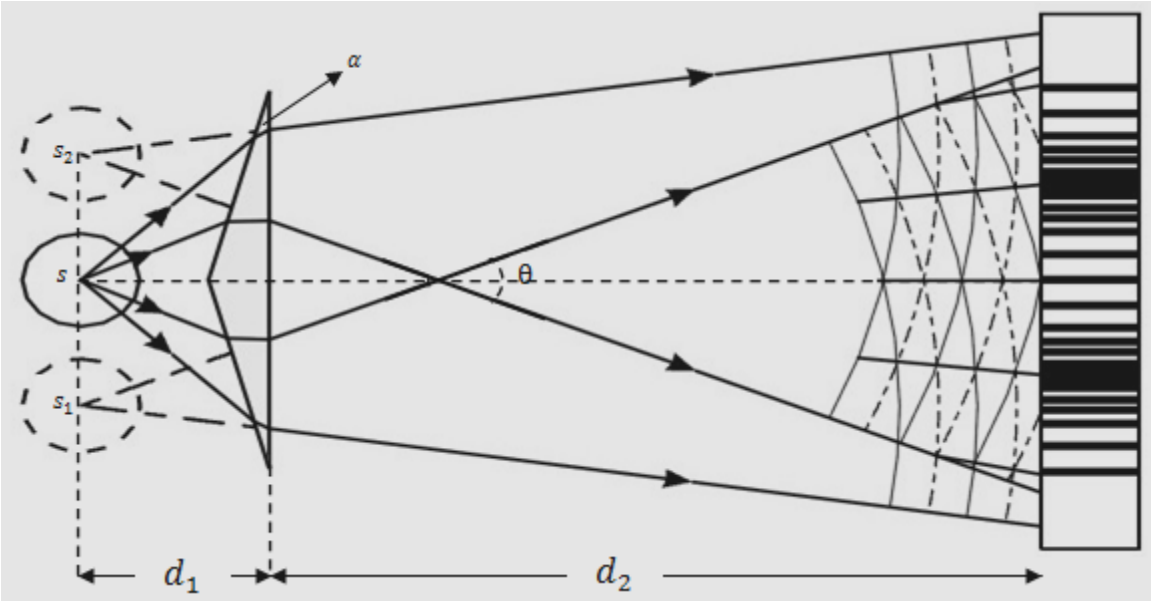
$i == 1.4mm$

$\lambda = a\frac{i}{D'}$ D=R+d=?cm,$\lambda =?$



ج) دو منشور فرنل

- دو منشور فرنل که زاویه محل اتصال آن‌ها حدود 180°می‌باشد. از شکاف s دو تصویر s_1 و s_2 را بوجود می‌آورند

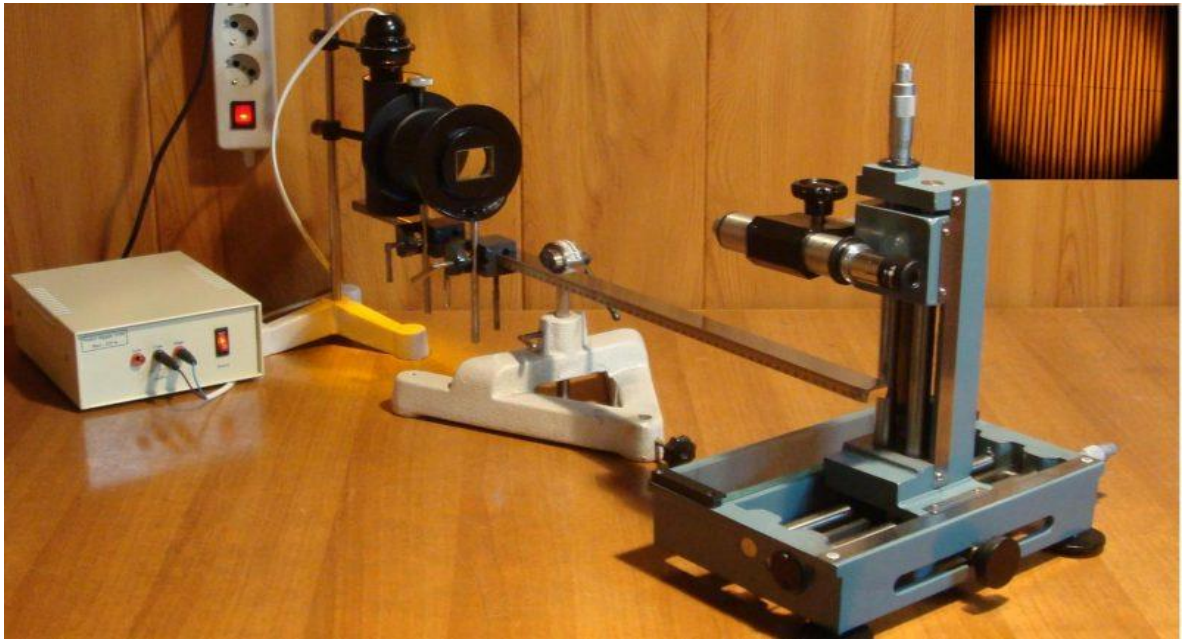


$$\lambda = \frac{a}{(d_1+d_2)}\Delta y$$

$$a = d_1\theta = 2d_1\alpha(n-1)$$

تکالیف

1. خطای محاسبه زاویه بین دو اینه را بدست اورید؟
2. چگونه می توان خطای ازمایش را کاهش داد؟
3. آیا این آزمایش را با دو اینه معمولی می توان انجام داد؟چرا؟
4. چرا در این آزمایش فرانژها خطی هستند؟
5. نقش عدسی در این ازمایش چیست؟



پروژه