Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

به نام خداوند بخشنده مهربان

آزمایشگاه

فیزیک ۳

رشته فیزیک

دانشکده علوم ، دانشگاه بیرجند

گردآوری و تنظیم : مرتضی محمد زاده

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

فهرست

عنوان	صفحه
۱ـ آشنایی و گروه بندی	ب
۲ـ ضریب انبساط حجمی	۱
۳ـ ضریب انبساط طولی	۵
٤ـ زاویه حد و بروستر	۸
٥ـ عدسی ها	١٤
٦ـ ضریب هدایت حرارتی جامدات	٢٤
۷ـ آینه ها	۲۷
۸ـ تعیین J	۳۲
۹ـ دو شکاف یانگ و پراش	۳٥
۱۰ـ لوله های صوتی و تار مرتعش	٤۲
۱۱ـ زاویه راس منشور	٤۷

Sample output to test PDF Combine only

بسم الله الرحمن الرحیم

ضمن خیر مقدم به دانشجویان محترم برای شما آرزوی توفیق الهی را داریم .

با توجه به اینکه آزمایشگاه فیزیک ۳ مخصوص دانشجویان رشته فیزیک است ، خواهشمندیم جهت انجام بهتر آن موارد زیر را قبلا مطالعه کنید.

۱ـ نحوه محاسبه خطاها (از جزوه آزمایشگاه فیزیک ۱) شامل خطا گیری از روابط مختلف.

۲ـ نحوه بستن مدارهای الکتریکی(مرور آزمایشگاه فیزیک ۲) مدار بندی.

۳ـ بررسی مجدد وسایل اندازه گیری .

ویراستار و تکمیل ۱۳۹۲

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۲ : انبساط حجمی

تعیین ضریب انبساط حجمی مایعات بوسیله پیکنومتر و با استفاده از نمودار .

وسایل آزمایش : پیکنومتر ، دماسنج ، بشر ، گیره ، ترازو ، همزن و مایعات مربوطه .

تئوری آزمایش :

با افزایش دما حجم مایع طبق رابطه $v = v_0(1+\beta t)$ که در آن β ضریب انبساط حجمی است ، افزایش مییابد . میتوان ثابت کرد که چگالی مایع طبق رابطه :

$$\rho = \frac{\rho_0}{(1+\beta t)}$$

تغییر میکند . حجم ظرف حاوی مایع نیز با افزایش دما تغییر میکند . اگر γ ضریب انبساط حجمی شیشه بأشد ، داریم :

$$v = v_0(1+\gamma t)$$

معمولا γ از β کوچکتر است . در نتیجه حجم مایع بیشتر از حجم ظرف حاوی آن منبسط میشود . اگر پیکنومتر لبریز بأشد ، اضافی مایع بیرون میریزد . و جرم مایع داخل ظرف کم میشود .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اگر: M جرم مایع داخل پیکنومتر (در دمای t)باشد ، میدانیم که : $M = \rho v$ که در آن v حجم مایع و ρ چگالی مایع در دمای t است . با جایگزین کردن مقادیر مربوطه داریم :

$$M = \frac{v_0 \rho_0 (1+\gamma t)}{(1+\beta t)}$$

با استفاده از بسط ذیل داریم:

$$(1+x)^n = 1 + \frac{n}{1}x + \frac{n(n-1)}{1*2}x^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1*2*3}x^3 + \ldots$$

$$\frac{1}{(1+\beta t)} = (1+\beta t)^{-1} = 1 - \beta t + \beta^2 t^2 - \beta^3 t^3 + \ldots\ldots\ldots$$

$$M = \rho_0 v_0 (1+\gamma t)(1-\beta t)$$

چون β کوچک است ،از توانهای بیشتر از یک آن صرف نظر میشود .

$$M = M_0 (1 - \beta t + \gamma t - \beta\gamma t^2)$$

و چون γ و β هر دو کوچکند از حاصلضرب $\gamma\beta t^2$ نیز صرف نظر میکنیم در نتیجه داریم :

$$M = M_0 (1 - \beta t + \gamma t) \quad \text{و} \quad M = -M_0(\beta - \gamma)t + M_o$$

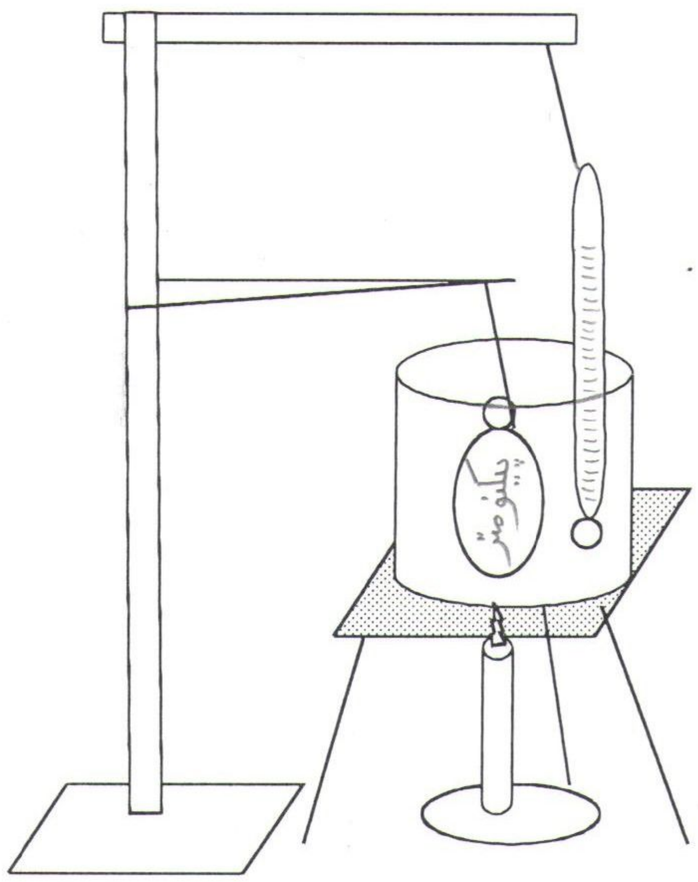
دیده میشود که تغییرات M نسبت به t خطی است . ضریب زاویه این خط $-M_0(\beta - \gamma)$ و عرض از مبدا آن M_0 است . با رسم این خط M_0 را بدست می آوریم . و با فرض معلوم بودن γ مقدار β را محاسبه میکنیم .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

روش کار در آزمایشگاه :

۱ـ وسایل آزمایش را مطابق شکل (۱) سوار کنید . بشر را از آب و پیکنومتر را از مایع مورد نظر پر کنید . سر پوش پیکنومتر را به آرامی در جای خود قرار دهید . پیکنومتر را به گیره بسته و داخل بشر پر از آب قرار دهید



شکل (۱)

۲ـ چند دقیقه صبر کنید تا پیکنومتر و آب به حالت تعادلی برسند . در این مدت آب را هم بزنید . درجه حرارت را بخوانید . پیکنومتر پر از مایع را بیرون بیاورید . آن را خشک و وزن کنید . (M_1 و t_1)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

۳ـ پیکنومتر را داخل بشر قرار دهید . چراغ گازی را روشن کنید . دمای آن را حدود 5^0C بالا ببرید . چراغ را خاموش کنید . چند دقیقه آب را بهم بزنید تا به تعادل برسد . دمای آن را بخوانید . پیکنومتر را بیرون بیاورید و آن را خشک و وزن کنید . (t_2 و M_2)

٤ـ روشی را که در قسمت سوم انجام دادید پنج دفعه ادامه دهید . جدول زیر را (در دفتر خود) پر کنید .

شماره	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
M								
t								

٥ـ منحنی تغییرات جرم را نسبت به دما رسم کنید . (جرم روی محور عمودی است .)

٦ـ شیب نمودار را که بصورت خط مستقیمی است بدست آورید . با استفاده از شیب و دانستن مقدار $\gamma = 2.7*10^{-5}$ ضریب انبساط حجمی مایع β را بدست آورید .

شیب $= M = M_0(\beta - \gamma)$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۳ : انبساط طولی

تعیین ضریب انبساط طولی جامدات

وسایل آزمایش : ترموستات ، دماسنج ، شیلنگهای رابط ، میله ای توخالی از جنس مورد نظر دیلاتومتر

تئوری آزمایش :

اتمهای یک گاز آزادانه در حرکتند ، چون فاصله اتمها بقدری زیاد است که تقریبا بر هم اثری ندارند . اما در جامدات فاصله بین اتمها کم است و نیروهای پیوندی بین هر دو اتم بقدر کافی زیاد است . از این رو اتمهای جامد حرکت آزاد ندارند و فقط میتوانند مقدار کمی در جای خود نوسان کنند .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

افزایش درجه حرارت باعث افزایش دامنه نوسان اتمها میشود . این افزایش دامنه نوسان باعث افزایشی در ابعاد جسم میشود .در نتیجه حجم جسم افزایش می یابد . اگر جسم همگن بأشد ، افزایش ابعاد جسم ، در همه جهات یکسان است . ضریب انبساط طولی (خطی) به شکل زیر تعریف میشود :

ازدیاد طول

ضریب انبساط طولی $\alpha = \frac{1}{L}(\frac{\Delta L}{\Delta t})_P$

ازدیاد دما

افزایش طول واحد طول به ازای یک درجه سانتیگراد در فشار ثابت را ضریب انبساط طولی گویند .

چون α خیلی کوچک و L خیلی بزرگ است ، میتوانیم بجای L در رابطه فوق L_0 را قرار دهیم .

$$\alpha = \frac{1}{L_0}(\frac{\Delta L}{\Delta t})_P \longrightarrow \Delta L = \alpha L_0 \Delta t$$

$$L - L_0 = \alpha L_0 \Delta t \longrightarrow L = L_0(1 + \alpha \Delta t)$$

شرح وسایل :

ترموستات دستگاهی است شامل یک المنت حرارتی ، یک پمپ کوچک و یک ولوم برای تنظیم درجه حرارت ، که قادر است درجه حرارت ثابتی به آب بدهد . آب بوسیله پمپ از داخل میله مورد نظر عبور کرده وآنرا گرم میکند . افزایش طول بوسیله دیلاتومتر خوانده میشود .

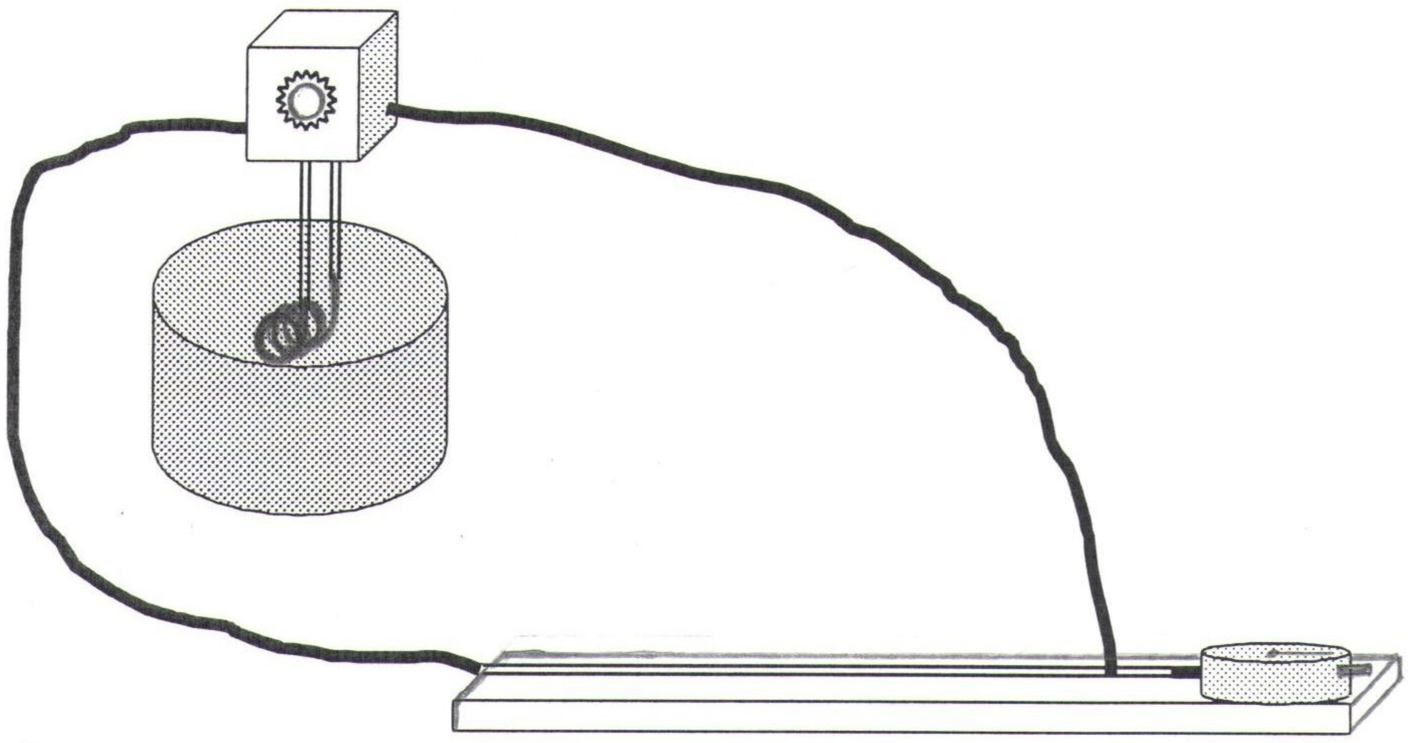
دیلاتومتر وسیله دقیق و ظریفی است که میتواند تغییرات طول را تا $\frac{1}{100}$ میلیمتر اندازه بگیرد . از دانشجویان خواهشمندیم با این دو وسیله با کمال دقت کار کنند .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

روش کار در آزمایشگاه :

دستگاه را مطابق شکل سوار کنید .



ابتدا فقط پمپ ترموستات را روشن کنید تا آب را از داخل میله مربوطه عبور دهد . پس از چند دقیقه درجه حرارت را خوانده و دیلاتومتر را طوری روی دستگاه نصب کنید که هر دو عقربه آن روی صفر بایستد . درجه ترموستات را روی ۶۰ قرار دهید . آب شروع به گرم شدن میکند . افزایش طول را هر ۵ درجه بخوانید و جدول زیر را در دفتر خودتان پر کنید .

t						
Δt						
ΔL						

از روی جدول نمودار L را بر حسب t رسم کنید . از روی نمودار ضریب انبساط طولی α را پیدا کنید . آزمایش را برای یک جسم دیگر تکرار کنید .

$L = L_0 + \Delta L$ و $L_0 =$ ۶۰۰ میلیمتر

Sample output to test PDF Combine only

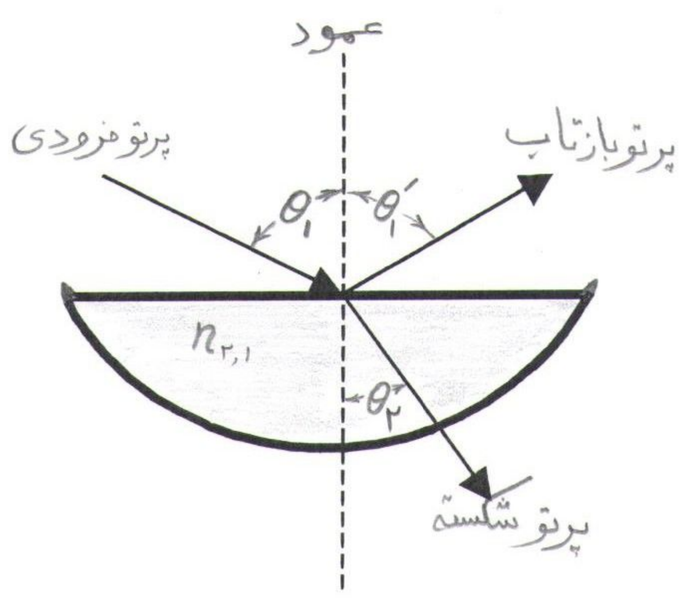
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ٤ : زاویه حد و قانون بروستر

اندازه گیری ضریب شکست دیوپتر ، اندازه گیری بازتاب وشکست و زاویه حد و قانون بروستر .

تئوری آزمایش :

در شکل (۱) یک موج تخت نوری روی سطح مایع فرود می آید . هنگامی که پرتو نور به سطح مایع میرسد ، علاوه بر آنکه از روی آن بازتاب میشود مقداری شکسته شده و وارد مایع میگردد.



شکل (۱)

همانگونه که در شکل دیده می شود زاویه های فرودی θ_1 وبازتاب θ_1' وشکست θ_2 زاویه هایی میباشند که بین خط عمود بر سطح مایع و پرتو مورد نظر اندازه گرفته میشوند.

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

قوانین بازتاب وشکست که به آسانی با آزمایش بدست می آیند چنین بیان می شوند :

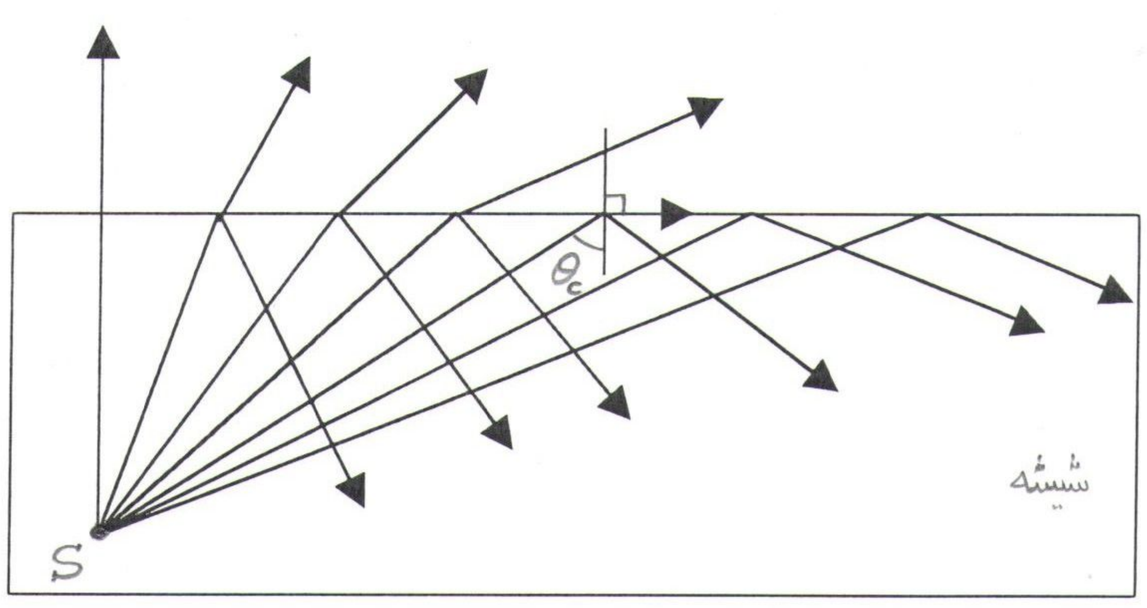
۱ـ پرتوهای بازتاب و شکست در صفحه ای که از پرتو فرودی و خط عمود بر سطح در نقطه فرودی تشکیل میشود قرار دارند .

۲ـ برای بازتاب داریم : $\theta_1' = \theta_1$

برای شکست داریم : $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = n_{21}$ که در آن n_{21} عددی است ثابت وآنرا نمار (ضریب) شکست محیط دوم به محیط اول می نامند .

زاویه حد (بازتاب کلی داخلی)

فرض کنید پرتوهایی از درون یک محیط غلیظ مثلا شیشه روی سطح تخت مرزی که طرف دیگر آن ستبری کمتری دارد مثلا هوا فرود آید . در شکل (۲) هر چه زاویه فرودی θ زیادشود ، زاویه شکست نیز افزایش می یابد و زمانی فرا میرسد که زاویه شکست ۹۰ درجه میشود . پرتو شکسته در امتداد سطح قرار میگیرد . زاویه فرودی مربوط به چنین پرتوی ، زاویه حد θc نامیده میشود .برای زاویه های فرودی بزرگتر پرتو وارد محیط رقیق نمیشود ، بلکه تماما بازتاب میگردد و گفته میشود باز تاب کلی داخلی روی داده است .



شکل (۲)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

با قرار دادن $\theta = ۹۰^{0}$ در قانون شکست نور میتوان زاویه حد را بدست آورد :

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{و} \quad n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90^0$$

قانون بروستر:

قوانین بازتاب وشکست جهت پرتوهای بازتاب و شکست مربوط به هر پرتوی را معین میکنند. ولی چیزی در باره شدت این پرتوها نمی گویند . توان بازتاب (نسبت شدت پرتو بازتاب به شدت پرتو فرودی) نه تنها به زاویه فرودی بستگی دارد ، بلکه به جهت قطبش (پلاریزاسیون) پرتو فرودی نیز وابسته است. همین امر برای پرتو شکست نیز بر قرار است . مالوس در سال ۱۸۰۹ میلادی کشف کرد که : نور میتواند بطور جزئی یا بطور کامل در اثر بازتاب قطبیده (پلاریزه) شود . شکل (۳) یک پرتو ناقطبیده (غیر پلاریزه) را که روی سطح شیشه فرود میاید نشان می دهد . در این شکل بردار E قطار موج را به دو مولفه تجزیه کرده ایم . یکی از این دو مولفه بر صفحه فرودی عمود است که با نقطه هایی مشخص شده ، دیگری درون این صفحه می بأشد که با پیکان هایی نمایش داده شده است . این دو مولفه را بترتیب مولفه های قائم و موازی مینامیم . برای پرتو فرودی کاملا ناقطبیده (غیر پلاریزه) دامنه های این دو مولفه با یکدیگر مساوی هستند .

آزمایش نشان میدهد که برای شیشه یا هر جسم نا رسانای الکتریکی (دی الکتریک) یک زاویه فرودی مخصوص وجود دارد که برای آن ضریب بازتاب مولفه موازی صفر است . یعنی برای این زاویه ، پرتوی که از روی شیشه بازتاب می شود قطبیده تخت بوده و صفحه نوسان آن بر صفحه فرودی عمود میباشد . این زاویه θ_p را زاویه قطبیدگی کامل می نامیم . پرتو بازتاب را میتوان به سادگی توسط یک صفحه قطبنده (پلاروید) آزمایش نمود .

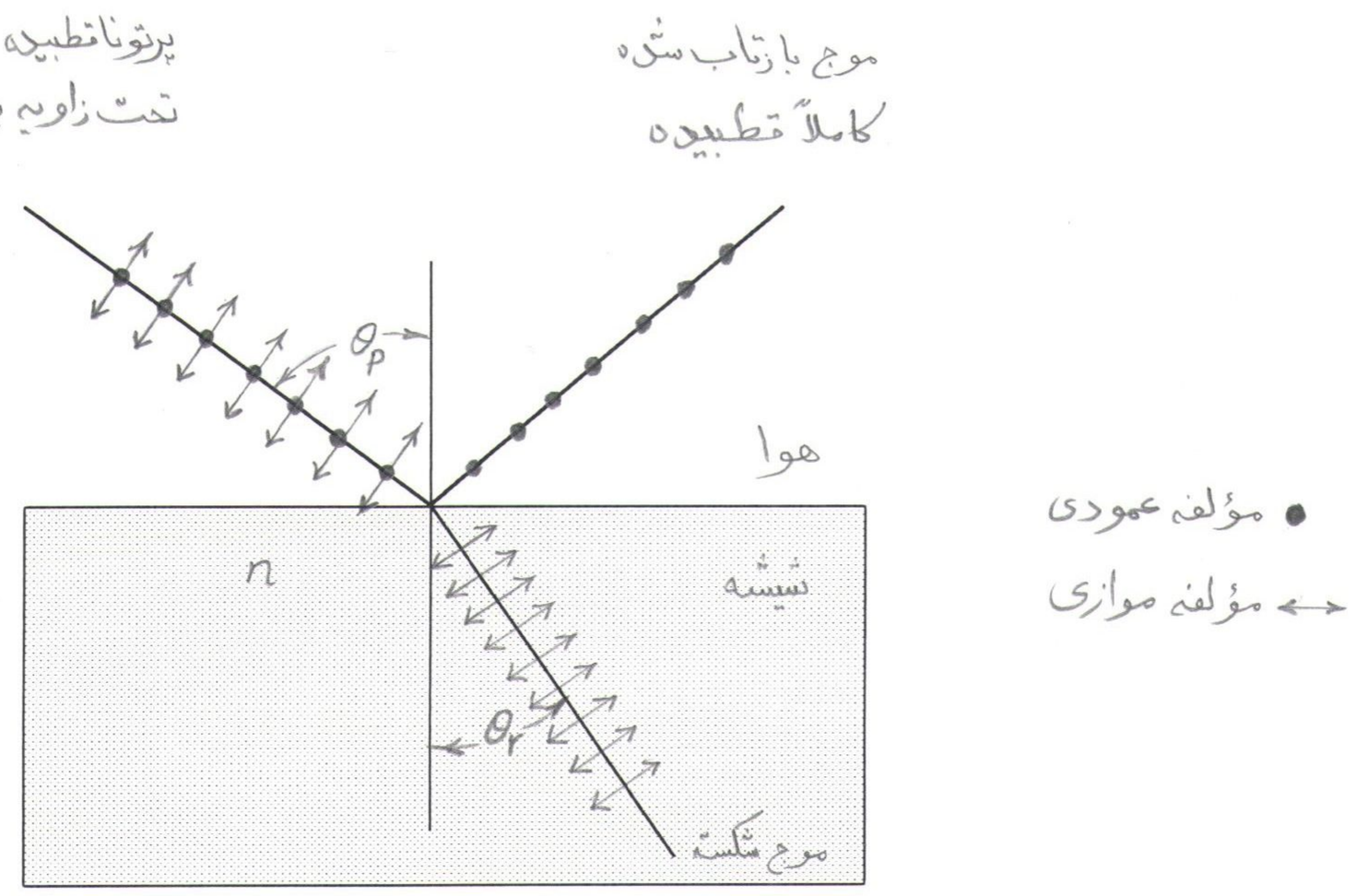
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

پرتو شکسته مربوط به این زاویه فرودی هر دو مولفه را دارا میباشد ، ولی دامنه های این دو با یکدیگر مساوی نیستند . آزمایش نشان می دهد که تحت زاویه قطبش پرتوهای بازتاب و شکست بر یکدیگر عمود هستند .

با توجه به شکل (۳) داریم : $\theta_p + \theta_r = 90$

و از قانون شکست نور داریم : $n_1 \sin\theta_p = n_2 \sin\theta_r$



شکل (۳)

با ترکیب این دو معادله خواهیم داشت :

$$tg\theta_p = \frac{n_2}{n_1} \qquad \text{و} \qquad n_1 \sin\theta_p = n_2 \sin(90-\theta_p) = n_2 \cos\theta_p$$

که در آن $n = \frac{n_2}{n_1}$ نمار (ضریب) شکست محیط دوم نسبت به محیط اول می بأشد . معادله فوق بوسیله بروستر در سال ۱۸۱۲ میلادی از راه آزمایش به اثبات رسید و به قانون بروستر مرسوم است .

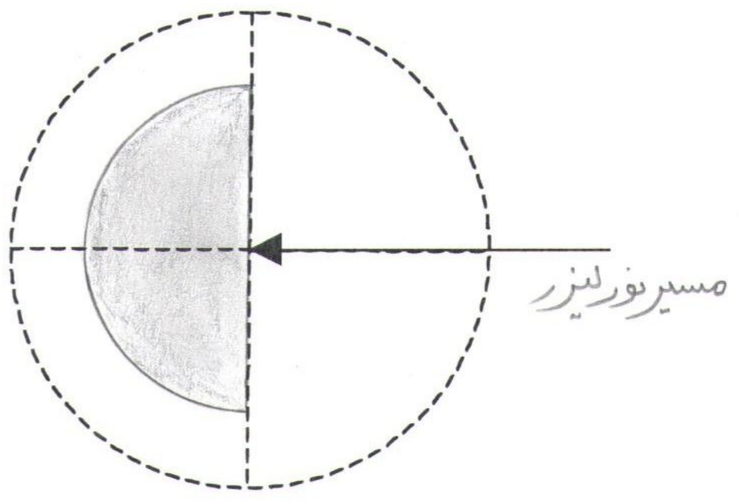
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

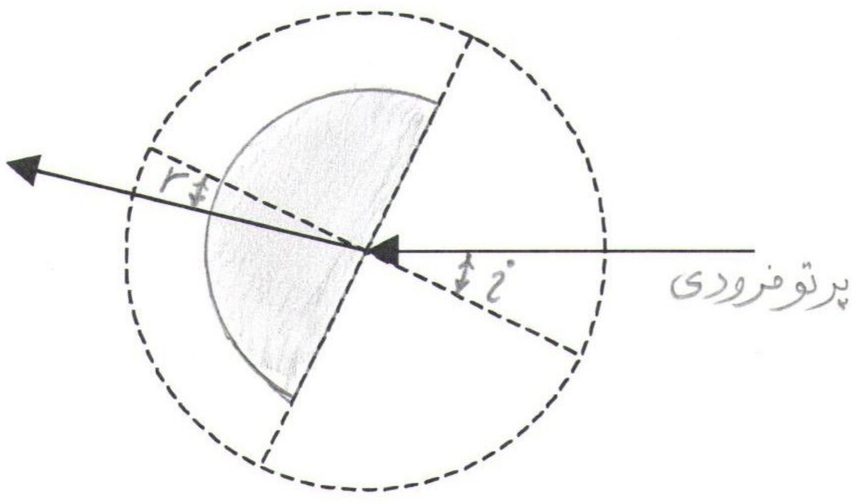
روش کار در آزمایشگاه:

آزمایش اول : تعیین ضریب شکست دیوپتر نیم استوانه.

ابتدا دیوپتر نیم استوانه را بگونه ای روی صفحه چرخان بچسبانید که مرکز دیوپتر بر مرکز صفحه چرخان و قطر دیوپتر بر قطر صفحه چرخان منطبق باشد . شکل (٤ الف) سپس نور لیزر را عمود بر وجه مسطح دیوپتر و مرکز دیوپتر و سطح صفحه چرخان بتابانید . حال با چرخاندن صفحه چرخان زاویه تابش i وزاویه شکست r را در حالات مختلف یادداشت کنید .شکل(٤ ب) نمودار $\sin i$ را برحسب $\sin r$ رسم کنید . شیب خط n (ضریب شکست) میباشد .



شکل (٤ الف)



شکل (٤ ب)

آزمایش دوم : تعیین زاویه حد

دیوپتر نیم استوانه را روی صفحه چرخان به نحوی بچسبانید که مرکز آن بر مرکز صفحه چرخان و قطر آن بر قطر صفحه منطبق باشد . شکل (٥) اکنون نور لیزر را از طرف محدب دیوپتر نیم استوانه در امتداد خط صفر صفحه چرخان بر دیوپتر بتابانید به طوری که از مرکز دیوپتر و صفحه چرخان بگذرد .بدیهی است که در این حالت نور بدون شکست از وجه مسطح دیوپتر خارج خواهد شد .زاویه تابش را تغییر دهید . به زاویه ای میرسید که قسمتی از نور منعکس و قسمتی شکسته میشود .

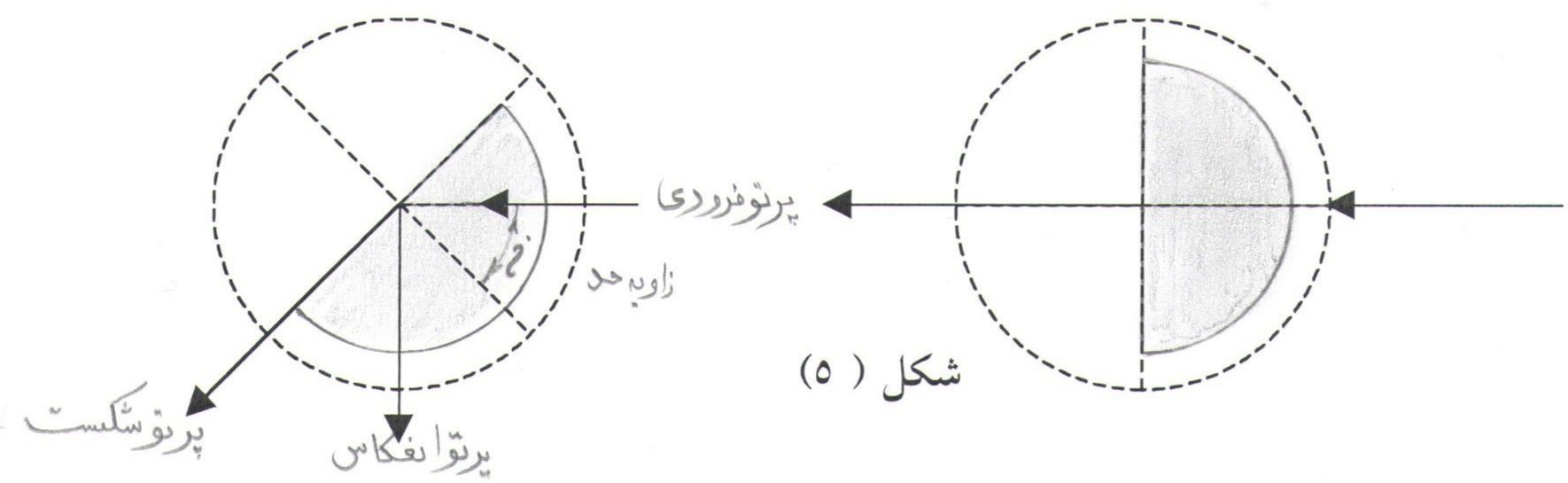
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

اگر باز هم زاویه تابش را زیاد کنید به جایی خواهید رسید که زاویه پرتو شکست بـــه حـد اکـثر خـود یعنی ۹۰ درجه می رسد .و از آن به بعد پرتو شکست نخواهیم داشت .و پرتـــو نـوری کـاملا منعکـس میشـــود .در حـــالت فـــوق (۹۰ درجـــه) رابطـــه زیـــر زاویـــه حـــد را نشـــان مـــی دهـــد .

$$\sin i = \frac{1}{n}$$

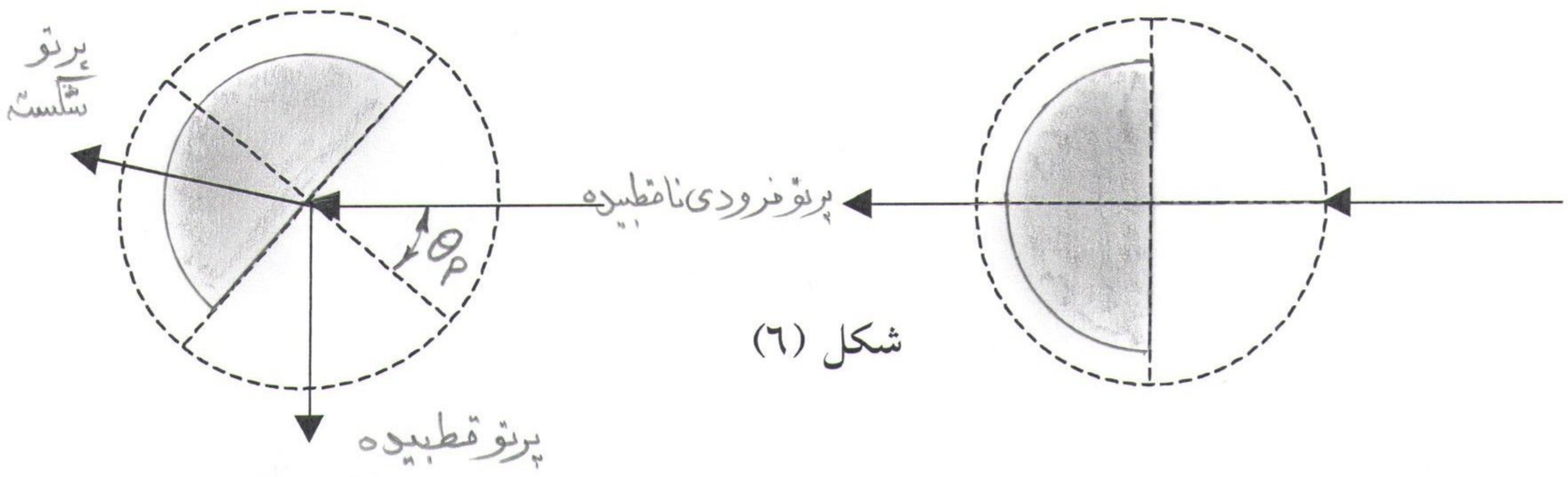
از این طریق مقدار ضریب شکست را بدست آورید وبا آزمایش اول مقایسه کنید .



شکل (٥)

آزمایش سوم : تعیین زاویه بروستر

میدانیم که تحت زاویه بروستر نور منعکس شده کاملا پلاریزه (قطبیده) اســت ونـور شکسـته شـده تـا اندازه ای .دیوپتر شیشه ای را مانند قبل روی صفحه چرخان قرار دهید. نـور لـیزر را عمـود بـر سـطح صاف دیوپتر و بر مرکز آن بتابانید . شکل (٦) اکنون با تغییر زاویه تابش نور منعکـس شـده را از یـک پلاروید عبور دهید .(صفحه پلاروید را نیز توسط دسته آن بگردانید .) وقتی نور پلاریزه منعکـــس شـــده از پلاروید عبور نکرد موید آن است که ، زاویه تابش برابر زاویه بروستر است . همچنین در این حـــالت امتداد صفحه جهت عمود بر صفحه پلاریزه را نشان میدهد . با اندازه گیری زاویه بروستر و اســـتفاده از رابطه $tg\theta_p = n$ که در آن θ_p زاویه بروستر است ، مقـدار n را بدسـت آوریـد .بـا آنچـه در آزمایش قبل بدست آمده مقایسه کنید .



شکل (٦)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۵ : عدسی ها

تعیین فاصله کانونی عدسی کاو و کوژ

وسایل آزمایش : عدسی های کاو (مقعر) و کوژ (محدب) ، پایه های عدسی ، لامپ ، میز اپتیکی ، پرده و جسم (روزنه ای به شکل پیکان و . . .)

تئوری آزمایش :

شکل (۱) چشمه نور o را نزدیک یک سطح شکننده کروی کوژ به شعاع خمیدگی r نشان میدهد . این سطح دو محیط با نمارهای شکست متفاوت را از یکدیگر جدا میکند . نمار شکست محیطی که پرتو فرودی در آن قرار دارد n_1 و نمار شکست محیط طرف دیگر n_2 می بأشد شکل (۱) .

از نقطه o خطی به مرکز خمیدگی سطح شکننده یعنی c رسم می کنیم . آنرا محور مینامیم و سپس پرتوی را در نظر میگیریم که با این محور یک زاویه کوچک α بسازد و سطح شکننده را در نقطه a قطع کند . این پرتو طبق قانون اسنل شکست پیدا میکند .

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \qquad (۱)$$

پرتو شکست محور را در I قطع میکند . پرتوی که از o در امتداد محور بدون شکست پیش میرود نیز از I خواهد گذشت . بدینسان دست کم برای این دو پرتو نقطه I تصویر نقطه o می بأشد . از این قضیه که زاویه خارجی یک مثلث برابر مجموع دو زاویه غیر مجاور داخلی میباشد استفاده میکنیم . در باره مثلث های $coac$ و $IcaI$ می نویسیم :

$$\theta_1 = \alpha + \beta \qquad (۲)$$

$$\beta = \theta_2 + \gamma \qquad (۳)$$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

با کوچک نگاه داشتن زاویه α زوایای β و γ و θ_1 و θ_2 نیز کوچک خواهند ماند . پس فرض میکنیم α و بنا بر این همه زوایای یاد شده بطور دلخواه کوچک باشند . بدینسان می توانیم سینوس زوایا را با خود آنها یکی بگیریم و قانون شکست نور را بصورت زیر بنویسیم :

$$n_1\theta_1 = n_2\theta_2 \qquad (٤)$$

با ترکیب معادلات ٤ و ٣ خواهیم داشت :

$$\beta = \frac{n_1}{n_2}\theta_1 + \gamma \qquad (٥)$$

با حذف θ_1 بین این معادله و معادله ٢ بعد از مرتب کردن نتیجه میشود :

$$n_1\alpha + n_2\gamma = (n_2 - n_1)\beta \qquad (٦)$$

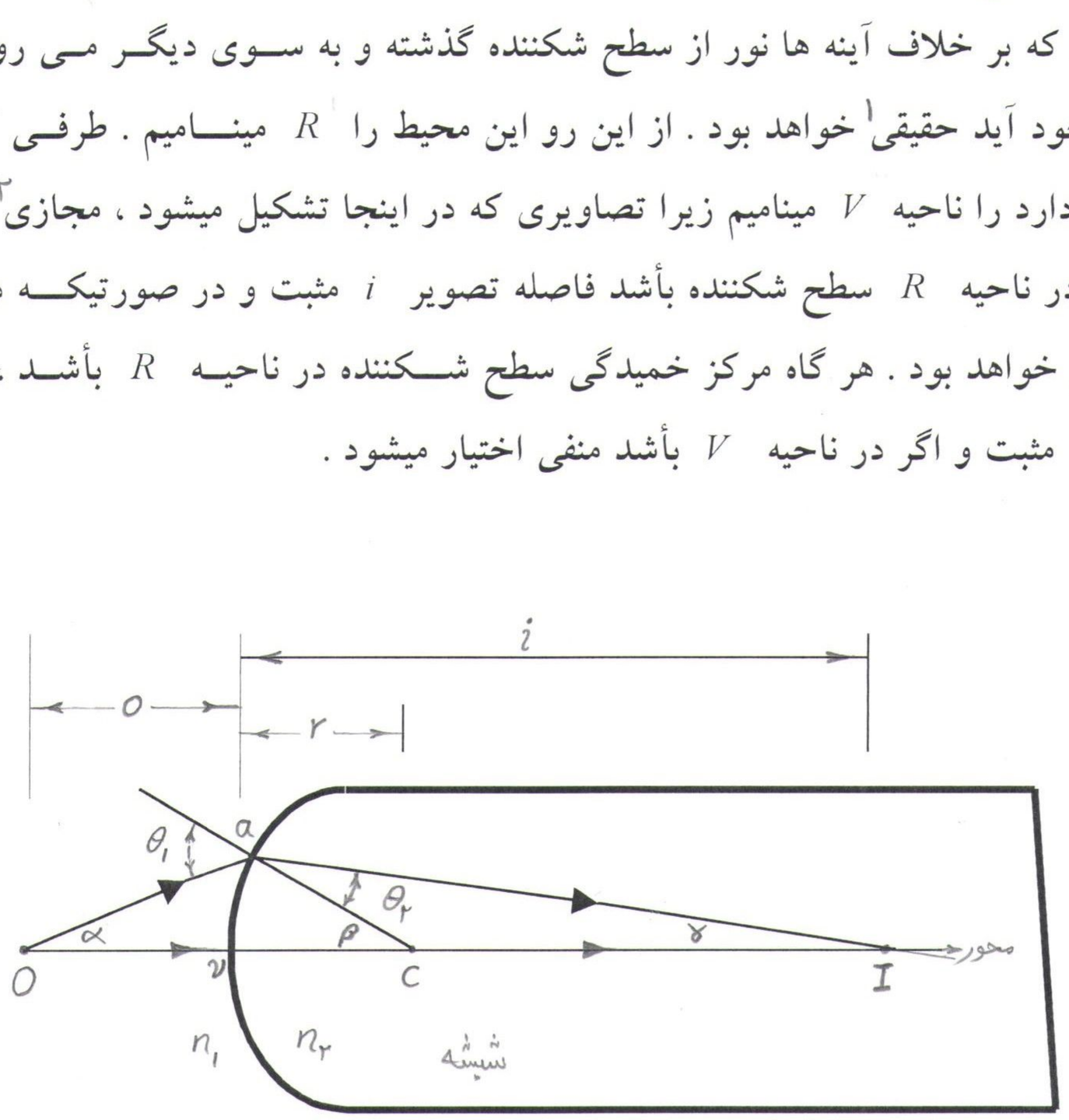
زوایای α و β و γ در شکل (١) بر حسب رادیان بصورت زیر می باشند :

$$\alpha = \frac{av}{o} \quad \text{و} \quad \beta = \frac{av}{r} \quad \text{و} \quad \gamma = \frac{av}{i} \qquad (٧)$$

با قرار دادن مقادیر مربوطه از معادلات ٧ در معادله ٦ خواهیم داشت :

$$\frac{n_1}{o} + \frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{r} \qquad (٨)$$

این معادله برای یک سطح کروی برقرار است و تنها شرط دقت آن کوچکی زاویه پرتو فرودی با محور میباشد . توجه کنید که بر خلاف آینه ها نور از سطح شکننده گذشته و به سوی دیگر می رود و اگر تصویر در آنجا بوجود آید حقیقی[1] خواهد بود . از این رو این محیط را R مینامیم . طرفی که نور فرودی در آن قرار دارد را ناحیه V مینامیم زیرا تصاویری که در اینجا تشکیل میشود ، مجازی[2] هستند . اگر تصویر حقیقی در ناحیه R سطح شکننده بأشد فاصله تصویر i مثبت و در صورتیکه در ناحیه V قرار گیرد منفی خواهد بود . هر گاه مرکز خمیدگی سطح شکننده در ناحیه R بأشد ، علامت شعاع خمیدگی r مثبت و اگر در ناحیه V بأشد منفی اختیار میشود .



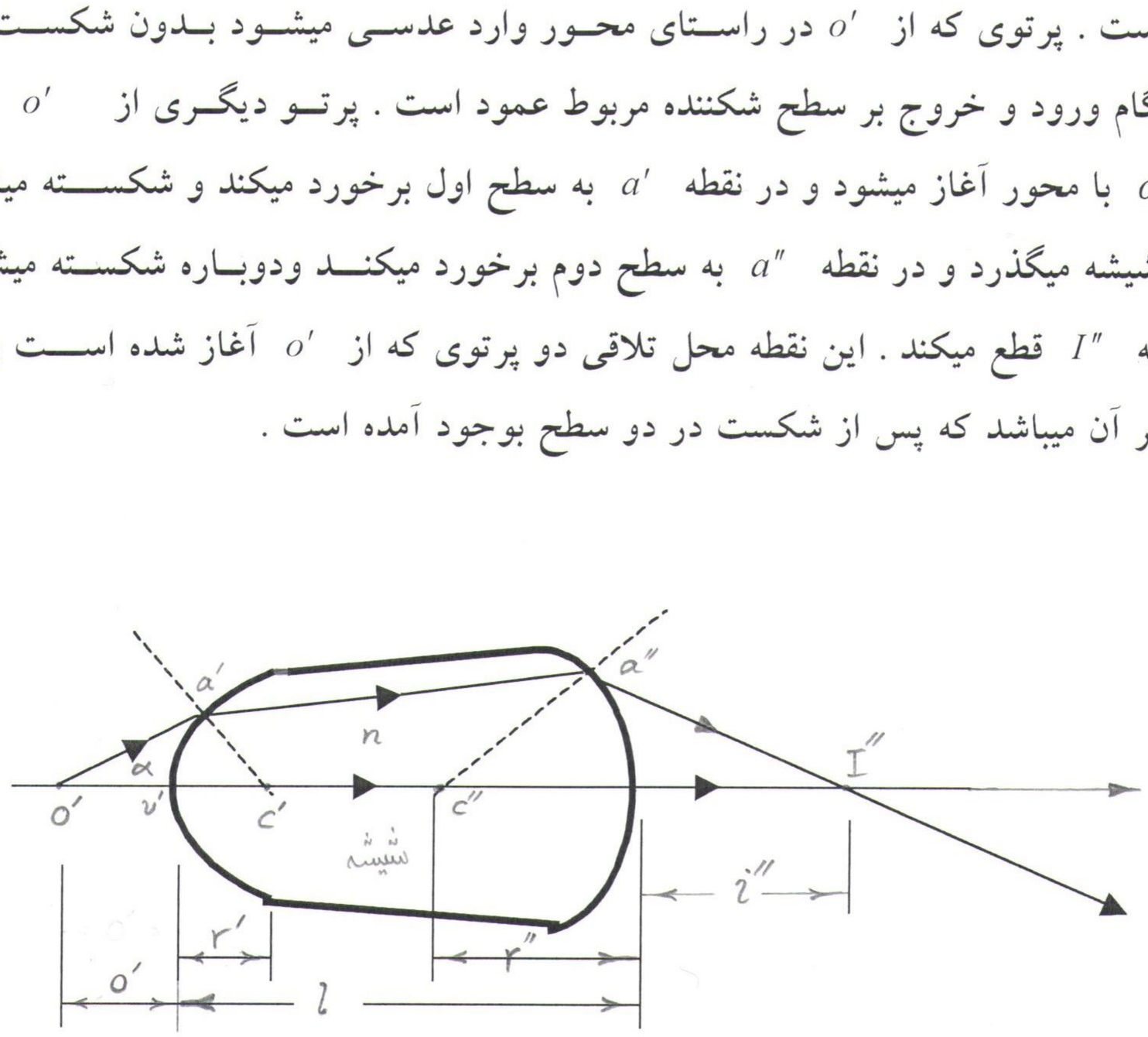
شکل (١)

Sample output to test PDF Combine only

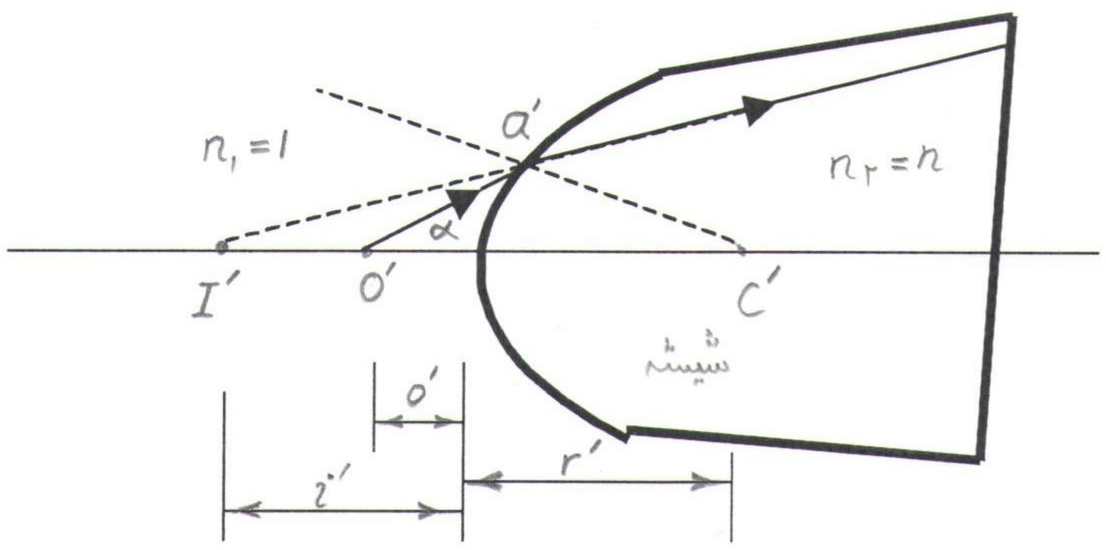
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

عدسیهای نازک :

در بسیاری از موارد با بیش از یک سطح شکننده نور سروکار داریم مثلا در عدسیهای یک عینک ساده . شکل (۲الف) یک عدسی شیشه ای کلفت به ضخامت l را نشان میدهد که دو سر آن بطور کروی به شعاع های r' و r'' سائیده و صیقل شده اند . یک جسم نقطه ای o' در نزدیکی سطح چپ آن قرار داده شده است . پرتوی که از o' در راستای محور وارد عدسی میشود بدون شکست از آن میگذرد زیرا هنگام ورود و خروج بر سطح شکننده مربوط عمود است . پرتو دیگری از o' تحت زاویه دلخواه α با محور آغاز میشود و در نقطه a' به سطح اول برخورد میکند و شکسته میشود . سپس از درون شیشه میگذرد و در نقطه a'' به سطح دوم برخورد میکند ودوباره شکسته میشود و محور را در نقطه I'' قطع میکند . این نقطه محل تلاقی دو پرتوی که از o' آغاز شده است بوده ، از این رو تصویر آن میباشد که پس از شکست در دو سطح بوجود آمده است .



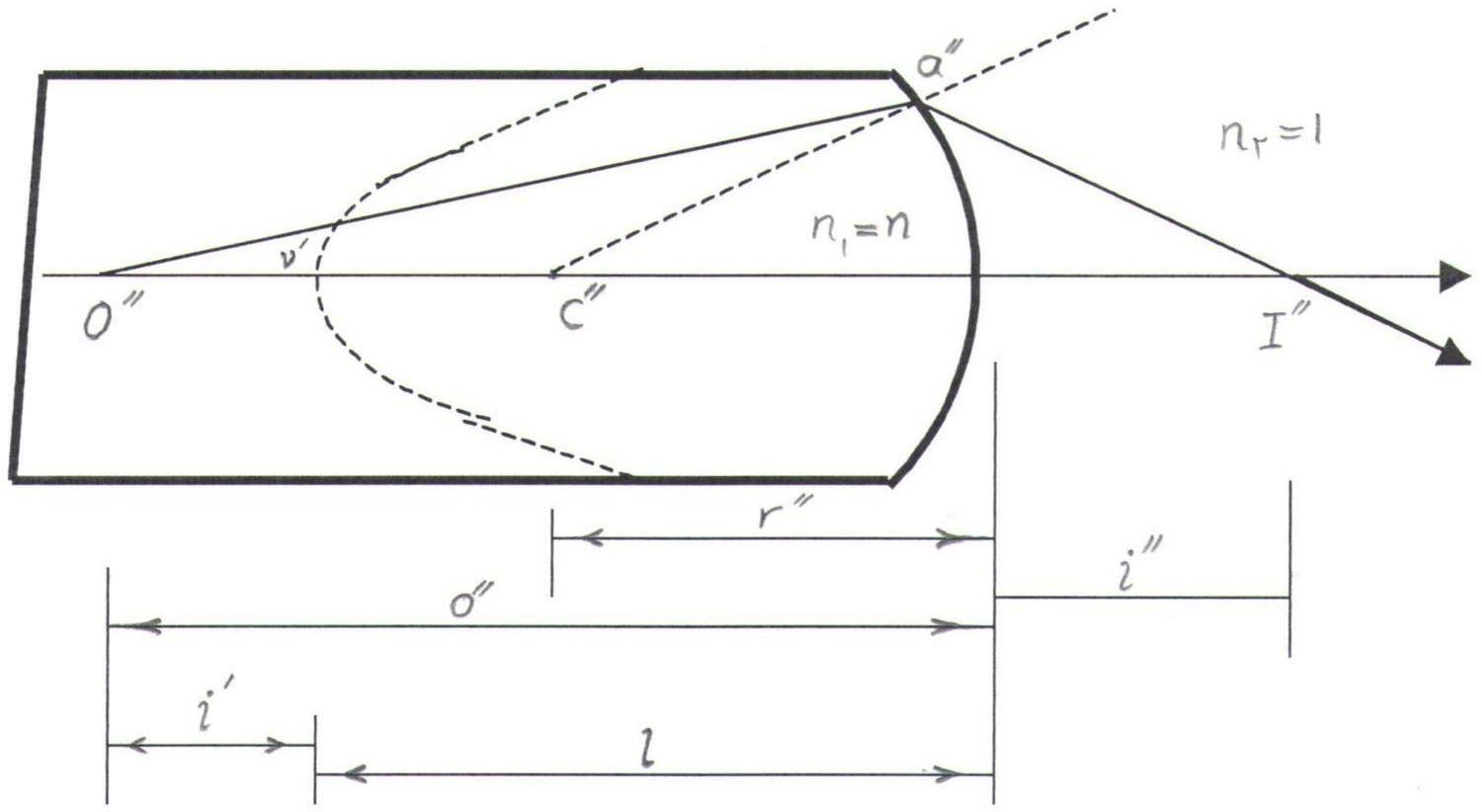
شکل (۲ الف)



شکل (۲ب)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



شکل (۲ج)

شکل (۲ب) سطح اول را نشان میدهد که از نقطه o' تصویر مجازی در I' بوجود آورده است . برای تعیین محل I' از معادله (۸) استفاده میکنیم . با قرار دادن $n_1 = 1$ و $n_2 = n$ و توجه به اینکه فاصله تصویر منفی است .

$$\frac{1}{o'} - \frac{n}{i'} = (n-1)\frac{1}{r'} \qquad (۱۰)$$

در این معادله i' یک عدد مثبت میباشد زیرا ما علامت منفی را که به تصویرهای مجازی تعلق میگیرد قبلا منظور داشته ایم .

شکل (۲ج) سطح دوم را نشان میدهد که از دیدگاه ناظری است که در نقطه a'' است و از وجود سطح اول اطلاع ندارد .نوری که به آن میرسد از I' شکل (۲ب) می آید و ناحیه سمت چپ سطح از شیشه پر شده است . از این رو تصویر مجازی I' که بوسیله سطح اول بوجود آمده است ، برای سطح دوم یک جسم حقیقی o'' می بأشد . فاصله این جسم از سطح دوم برابر است با :

$$o'' = i' + l \qquad (۱۱)$$

از اینرو برای سطح دوم مانند این است که جسم درون شیشه قرار داشته بأشد $n_1 = n$ و $n_2 = 1$

پس با در نظر گرفتن روابط (۱۱) و (۸) خواهیم داشت :

$$\frac{n}{i'+l} + \frac{1}{i''} = (1-n)\frac{1}{r''} \qquad (۱۲)$$

اکنون تقریب به اصطلاح عدسی نازک را بکار برده و فرض میکنیم ضخامت عدسی در برابر همه کمیتهای خطی دیگر شکل (۲ الف ب ج) قابل چشم پوشی بأشد . بنا بر این با قرار دادن $l = ۰$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

در رابطـــه (۱۲) داریـــــم :

$$\frac{n}{i'}+\frac{1}{i''}=-(n-1)\frac{1}{r''} \qquad (۱۳)$$

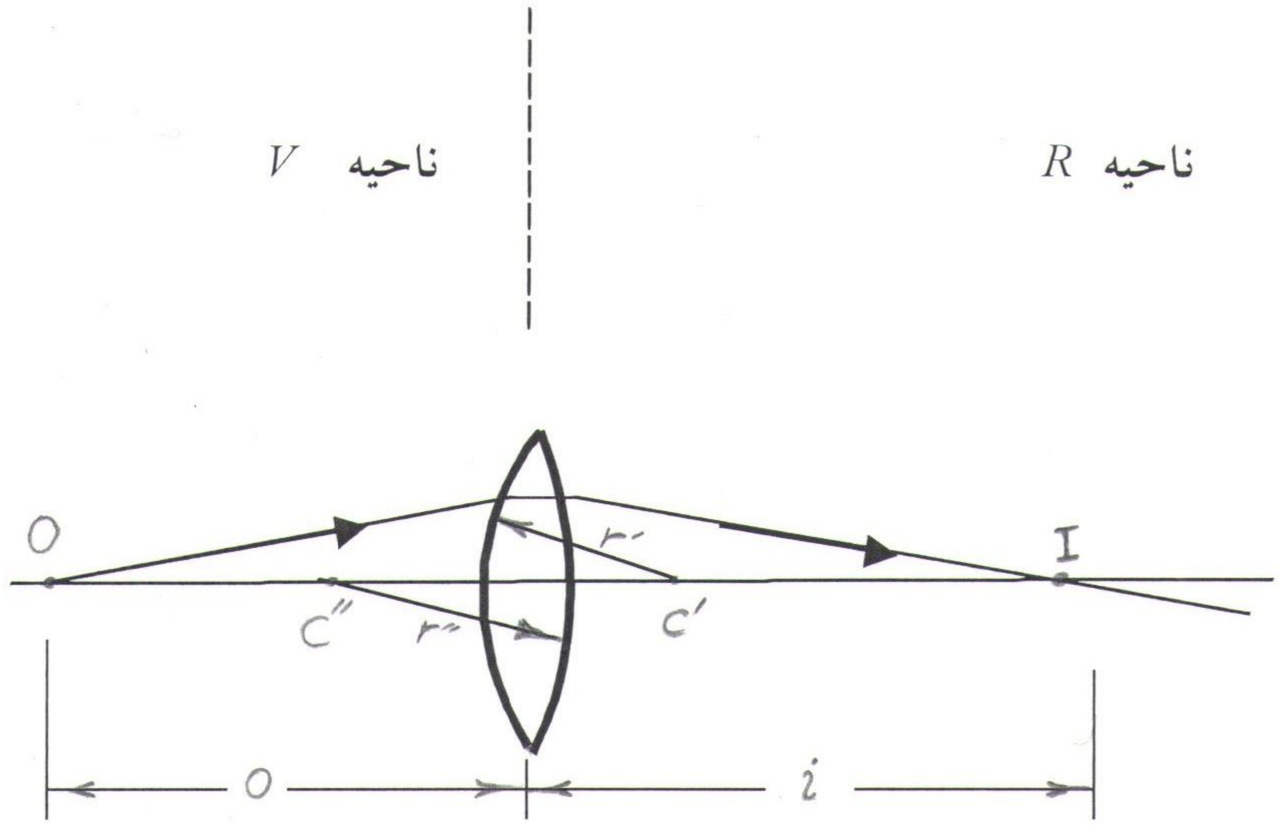
و اگر معادله (۱۳) و (۱۰) را با هم جمع کنیم خواهیم داشت :

$$\frac{1}{o'}+\frac{1}{i''}=(n-1)(\frac{1}{r'}-\frac{1}{r''}) \qquad (۱٤)$$

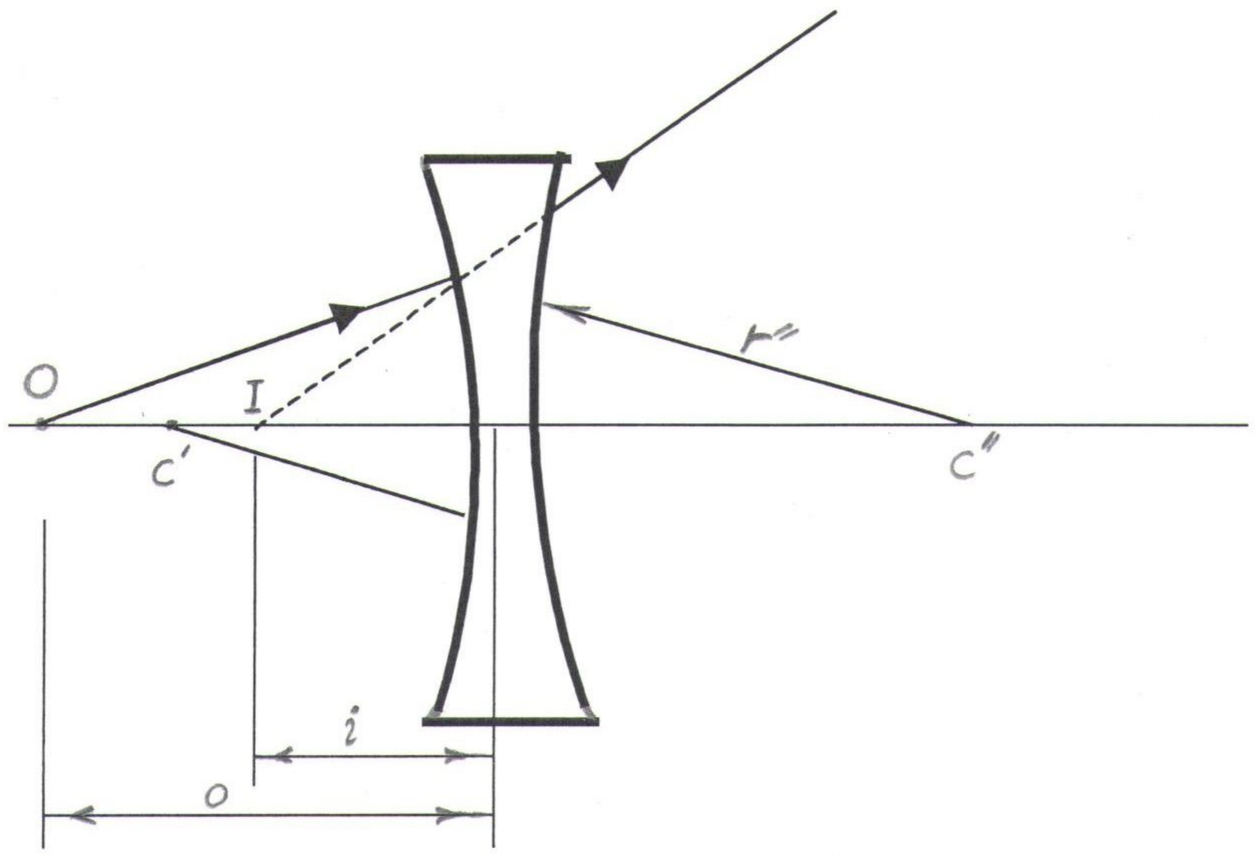
و در پایان اگر فاصله جسم اصلی را با o و تصویر آخری را با i نشان دهیم داریم :

$$\frac{1}{o}+\frac{1}{i}=(n-1)(\frac{1}{r'}-\frac{1}{r''}) \qquad (۱۵)$$

این رابطه معاله عدسی نامیده میشود ، که در آن r' شعاع خمیدگی سطحی است که نـور ابتـدا بـه آن برخورد میکند و r'' شعاع خمیدگی سطح دوم میباشد .



شکل (۳)



Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

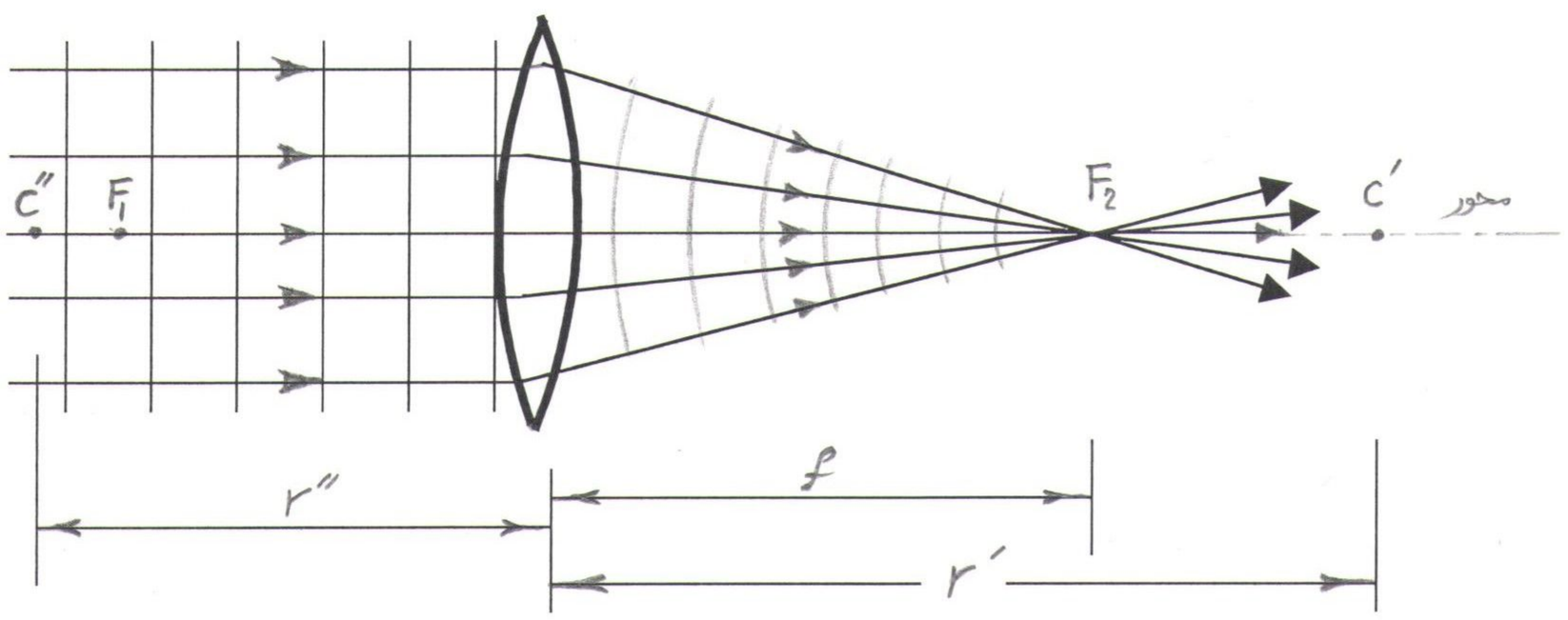
در شکل (۳) اگر تصویر حقیقی در ناحیه R بأشد فاصله آن i مثبت خواهد بود .و اگر تصویر مجازی در ناحیه V عدسی بأشد فاصله آن منفی است . اگر هر یک از مراکز خمیدگی در ناحیه R عدسی بأشد ، شعاع خمیدگی مربوط مثبت و اگر در ناحیه V عدسی بأشد منفی اختیار میشود .

در شکل (٤) نور موازی را که از یک جسم دور بر روی یک عدسی نازک فرود می آید می بینیم . در این حالت محل تصویر را دومین کانون عدسی f_2 و فاصله آن تا عدسی را فاصله کانون f مینامیم نخستین نقطه کانونی یک عدسی نازک محل جسمی است که تصویر آن در بینهایت بأشد . برای این نمونه عدسیها اولین و دومین نقطه کانونی در دو طرف عدسی و هم فاصله از آن می باشند . با قرار دادن $i = f$ و $o \to \infty$ در معادله (۱۵) داریم :

$$\frac{1}{f} = (n-1)(\frac{1}{r'} - \frac{1}{r''}) \qquad (۱٦)$$

این رابطه به معادله عدسی ساز مرسوم است . به کمک آن میتوان عدسی هایی با فاصله کانونی معین با انتخاب درست شعاع های خمیدگی و جنس شیشه ساخت . با ترکیب معادلات (۱٦) و (۱۵) معادله عدسی نازک را بصورت ساده زیر مینویسیم :

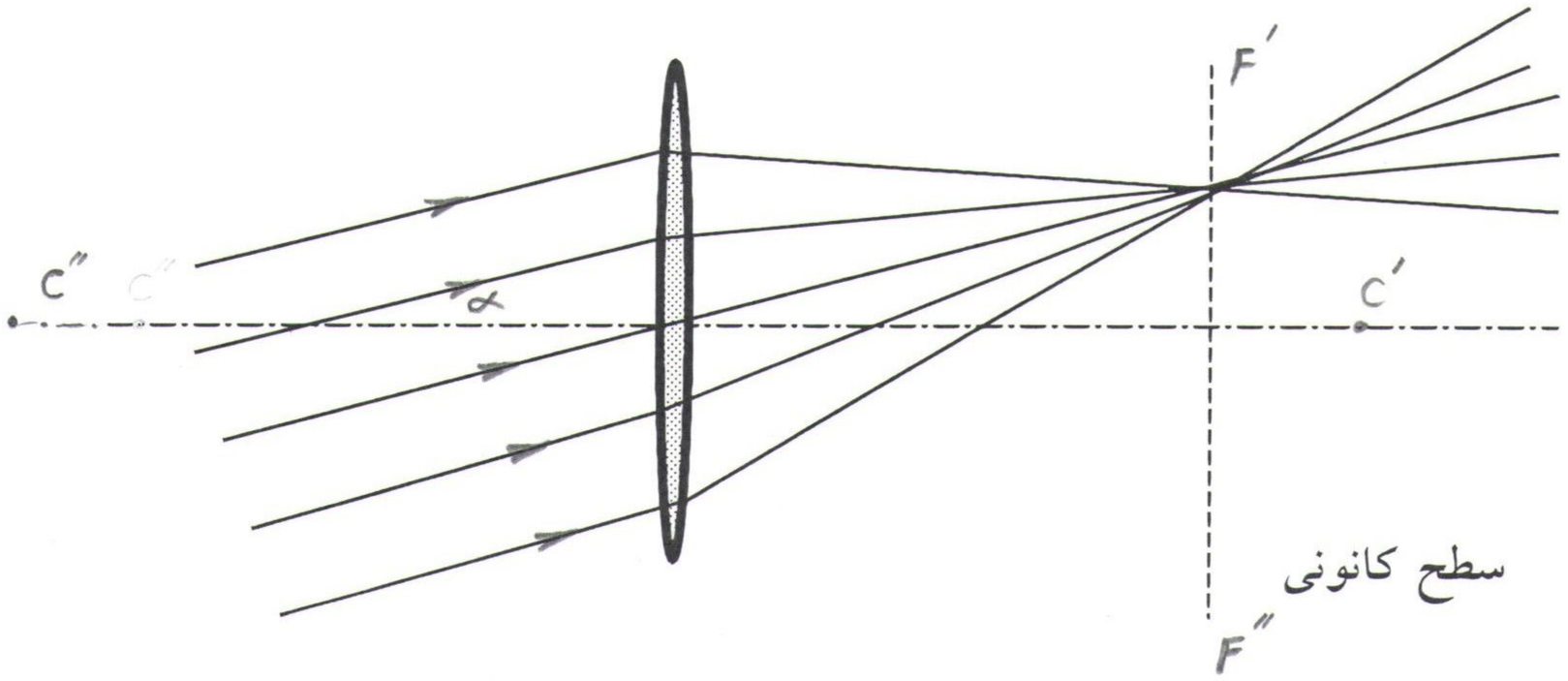
$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} \qquad (۱۷)$$



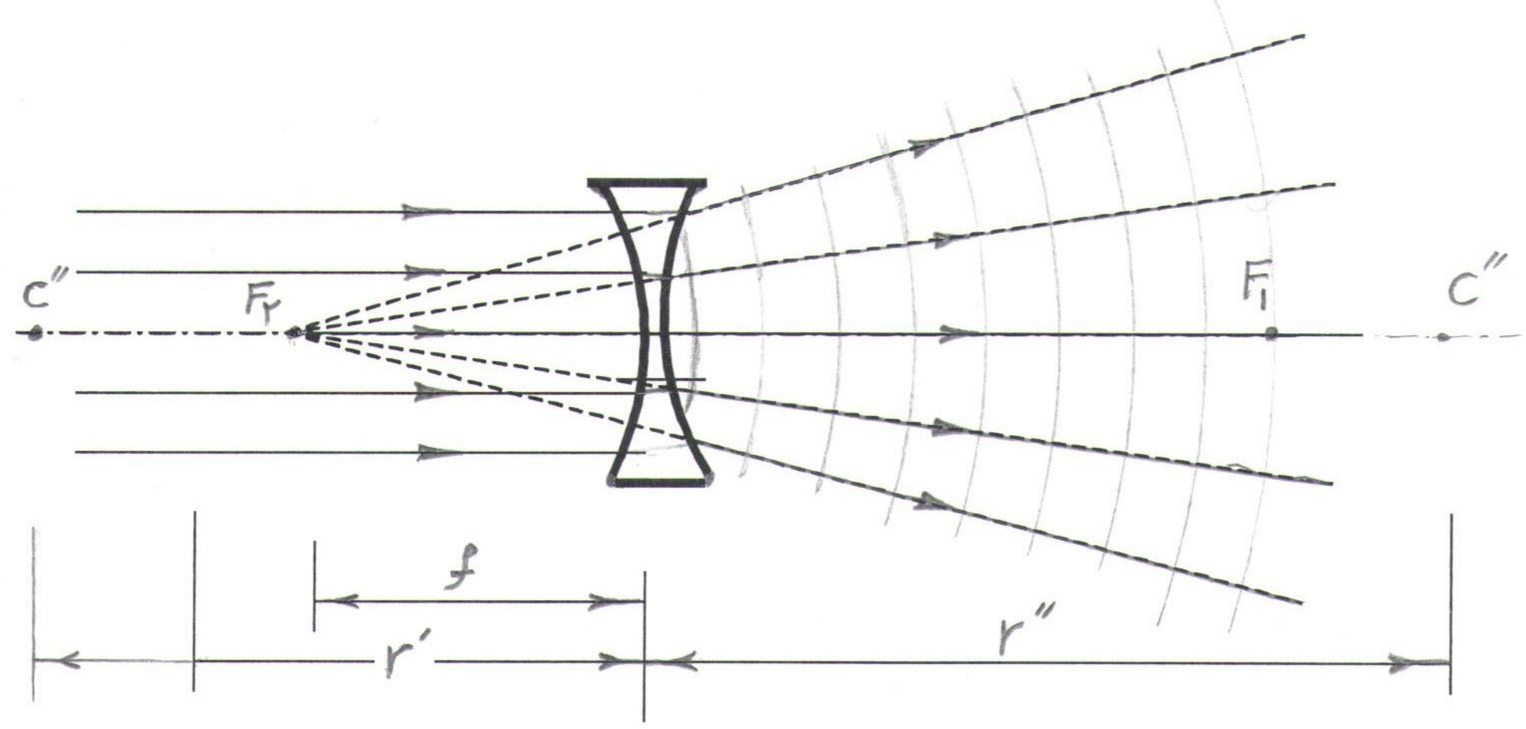
شکل (٤ الف)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



(شکل ٤ب)



(شکل ٤ج)

محل تصویر یک جسم غیر نقطه ای به روش ترسیمی با بکار بردن سه خاصیت زیر معین می شود :

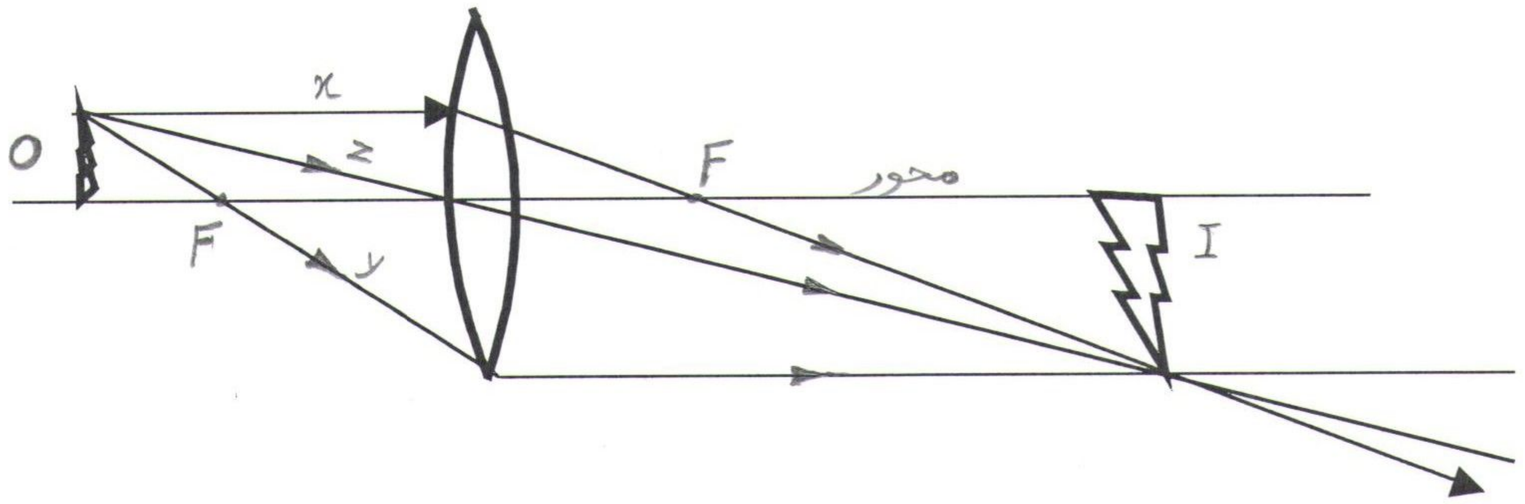
۱ ـ پرتوی که موازی محور است پس از گذشتن از عدسی خود یا امتداد آن از دومین نقطه کانونی میگذرد .

۲- پرتوی که خود یا امتداد آن از یکمین نقطه کانونی می گذرد و به عدسی برخورد می نماید به موازات محور عدسی از آن خارج میشود .

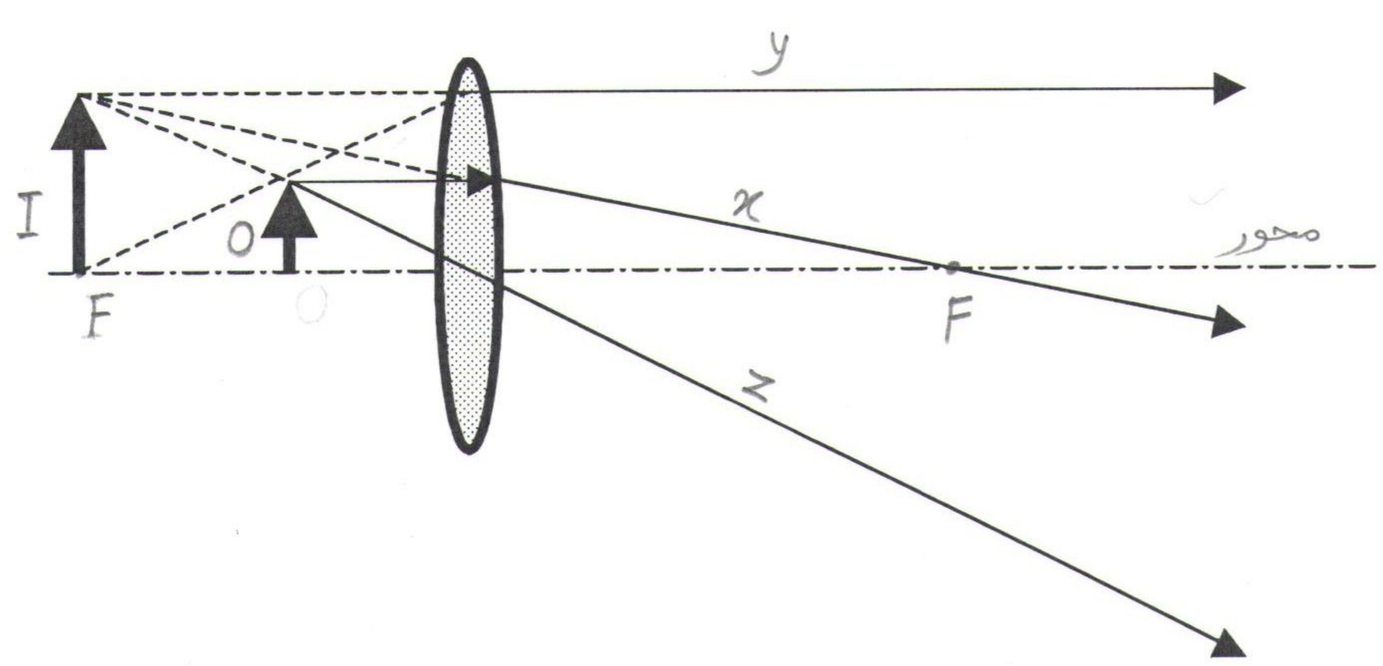
۳ـ پرتوی که بر مرکز عدسی فرود می آید بدون تغییر جهت از آن خارج میشود .

Sample output to test PDF Combine only

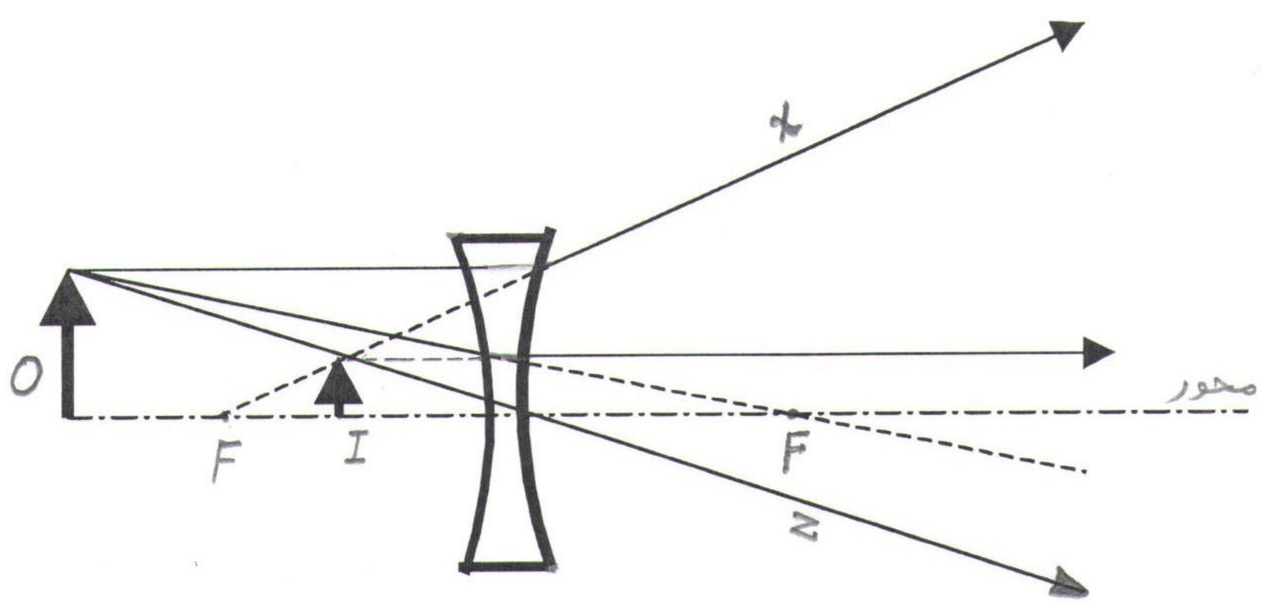
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



شکل (۵الف)



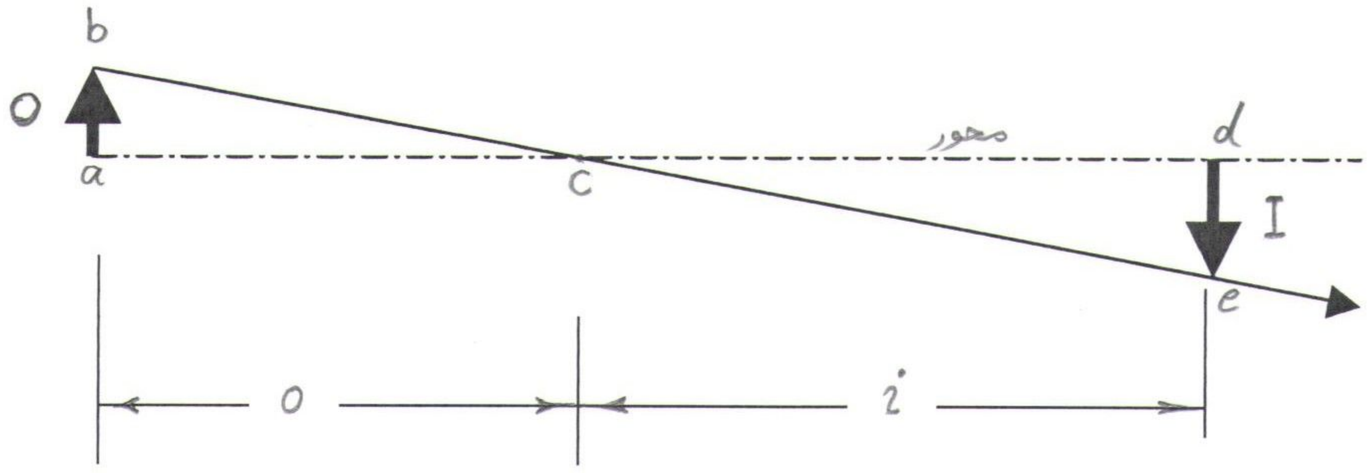
(شکل ۵ ب)



(شکل ۵ج)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



(شکل ۵د)

شکل (۵د) پرتوی را نشان میدهد که از نوک جسم برخاسته واز مرکز قرص عدسی و نوک تصویر میگذرد . در باره دو مثلث قائم الزاویه abc, dec میتوانیم بنویسیم :

$$\frac{de}{ab} = \frac{dc}{ac}$$

سمت راست معادله فوق $\frac{i}{o}$ وسمت چپ آن $-m$ همان بزرگنمایی جانبی است . وعلامت منفی برای آن است که تصویر معکوس میباشد . بدینسان داریم :

$$m = -\frac{i}{o}$$

روش کار در آزمایشگاه :

عدسی گوژ (محدب) :

تصویر جسم را در حالات مختلف بدست آورده و جای جسم و تصویر را روی میز اپتیکی مشخص کنید . در هر حالت فاصله کانونی و بزرگ نمائی را بدست آورید .

۱ـ جسم خارج از مرکز

۲ـ جسم بین مرکز و کانون

۳ـ جسم روی کانون

٤ـ جسم بین کانون و عدسی

۵ـ جسم در بینهایت

عدسی کوژ را با یک عدسی کاو تعویض کنید .

چون عدسی کاو (مقعر) از جسم حقیقی همیشه تصویر مجازی تشکیل میدهد ، برای تعیین فاصله کانونی آن باید از یک جسم مجازی استفاده کنیم .

Sample output to test PDF Combine only

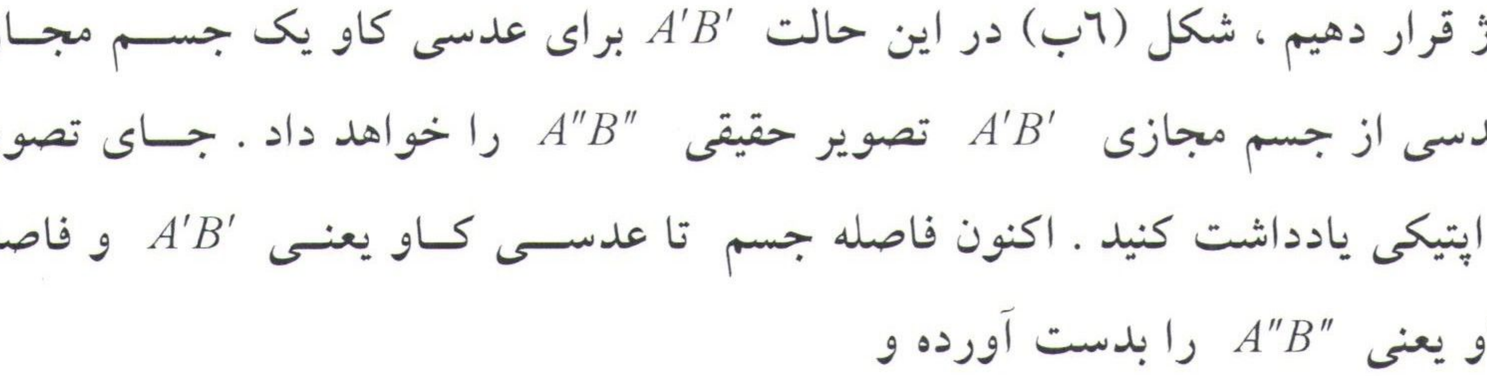
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

عدسی کاو از جسم مجازی تصویر حقیقی میدهد لذا ابتدا به کمک یک عدسی محدب (کوژ) یک تصویر حقیقی مانند شکل (٦الف) تشکیل میدهیم و جای تصویر را روی میز اپتیکی یادداشت میکنیم ($A'B'$ تصویر حقیقی جسم AB است) . حال اگر یک عدسی کاو را بین این تصویر حقیقی یعنی $A'B'$ وعدسی کوژ قرار دهیم ، شکل (٦ب) در این حالت $A'B'$ برای عدسی کاو یک جسم مجازی خواهد بود .واین عدسی از جسم مجازی $A'B'$ تصویر حقیقی $A''B''$ را خواهد داد . جای تصویر $A''B''$ را روی میز اپتیکی یادداشت کنید . اکنون فاصله جسم تا عدسی کاو یعنی $A'B'$ و فاصله تصویر تا عدسی کاو یعنی $A''B''$ را بدست آورده و

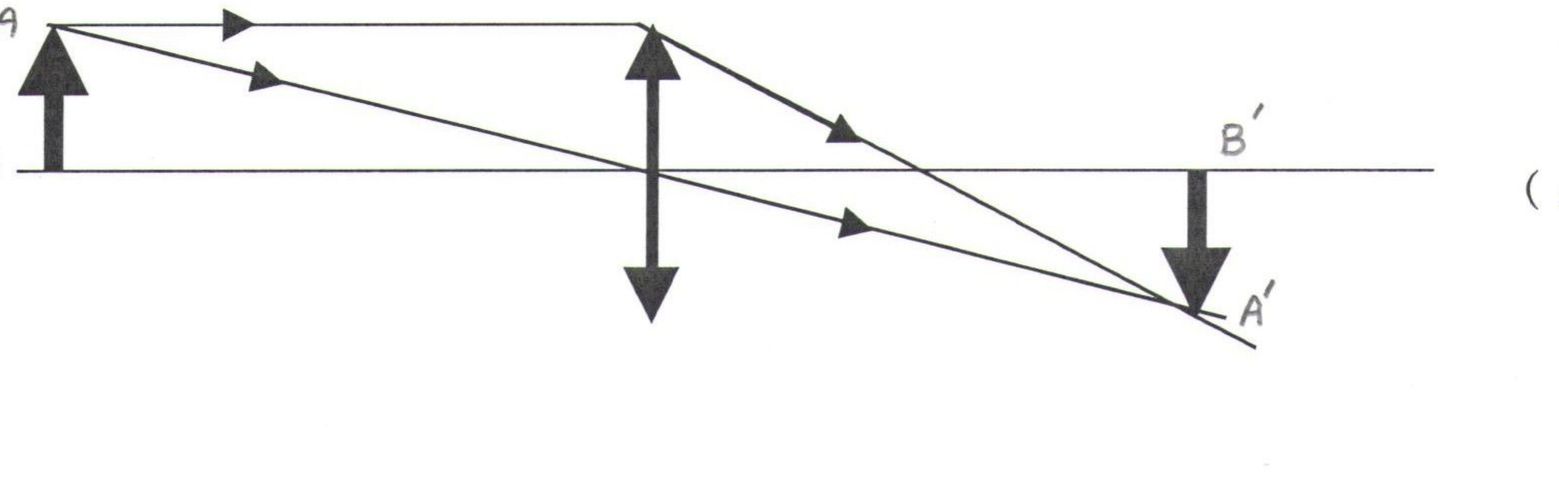
از رابطه مقابل

$$\frac{1}{o}+\frac{1}{i}=\frac{1}{f}$$

فاصله کانونی عدسی را تعیین کنید .



شکل (٦ الف)



شکل (٦ ب)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ٦ :

تعیین ضریب هدایت حرارتی فلز

تئوری آزمایش :

تجربه نشان داده است ، که در صورت وجود گرادیان دما در یک جسم انتقال حرارت از ناحیه با دمای بالا به دمای پایین وجود دارد . که میگوئیم انرژی به طریق هدایت انتقال یافته است . از آنجایی که دمای یک جسم با ارتعاشات ملکولی آن جسم در ارتباط است ، میتوان علت پدیده هدایت حرارتی را در این ارتباط جستجو کرد . اگر دمای یک نقطه یا یک ناحیه از جسم را افزایش دهیم دامنه ارتعاشات ملکولی آن ناحیه زیادتر خواهد شد (تبدیل انرژی حرارتی به مکانیکی) .در نتیجه ملکولهای مجاور این نقطه در اثر برخورد ، این تغییر را دریافت کرده (ازدیاد دامنه ارتعاشات) و آنها هم به نوبه خود انرژی را به ملکولهای بعدی منتقل میکنند . پس با این تغییر واضح است که همیشه انرژی حرارتی از ناحیه گرمتر به ناحیه سردتر جریان پیدا میکند .

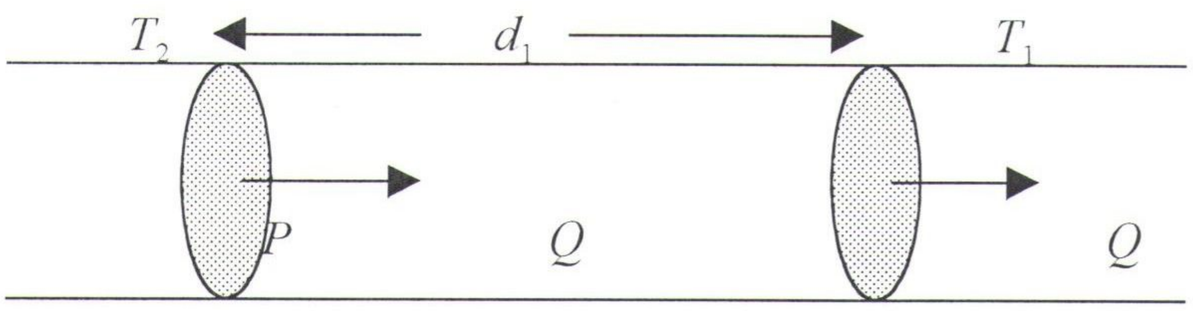
اجسام همه به یک اندازه حرارت را منتقل نمیکنند ، شبه فلزات و غیر فلزات عایق گرما هستند و اغلب فلزات گرما را بخوبی هدایت میکنند ، که به دلیل وجود الکترونهای آزاد در ساختمان شبکه ماده میباشد . همانطوریکه این الکترونها میتوانند بار الکتریکی را منتقل نمایند ، قادرند انرژی حرارتی را از یک ناحیه به ناحیه با دمای پایین تر حمل نمایند .

چنانچه دو نقطه یک جسم مثلا دو سطح P و R از یک میله هادی ، (شکل ۱) را به دماهای T_1 و T_2 ببریم بطوریکه $T_1 \langle T_2$ بأشد . با فرض اینکه انتقال حرارت فقط از طریق محور طولی صورت بگیرد واز اطراف سیستم بی دررو باشد .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

توزیع دما در طول میله نسبت به زمان تغییر میکند وبعد از چند لحظه مثلا در زمان t در انتهای سمت چپ گرادیان دمایی بیشتر است . وبیانگر این است کـه جریـان گرمـایی در ایـن سمت زیادتر شده تا گرما را به وسط میله که سردتر است برساند .



(شکل ۱)

با گذشت زمان اختلاف دماها کمتر و کمتر میشود ، وبعد از زمان طولانی میله به ثبـات دمـایی میرسد . در این حالت دمای هر یک از مقاطع میله ثابت خواهد ماند و مقدار گرمایی که از هـر یک از مقاطع در واحد زمان عبور میکند یعنی ($\frac{Q}{t}$ -) با سطح مقطع A وبا $\frac{T_2 - T_1}{d}$ نسبت مستقیم دارد . که d فاصله دو مقطع P و R می باشد .ضریـب ایـن تناسـب را ضریب هدایت حرارتی (K) میگوینـد . پـس داریـم : $\frac{Q}{t} = -KA\frac{dT}{dX}$

که نسبت $\frac{dT}{dX}$ را گرادیان دما می نامیم . علامت منفی در این رابطه اختلاف جـهت بیـن جریان گرما و گرادیان دما را نشان میدهد .

روش کار در آزمایشگاه :

۱ ـ دستگاه را سوار کنید .

منبع گرم (بالایی) را پر از آب نموده و منبع سرد را با انداختن مقداری یخ در دمای ثابت قـرار دهید . سنسور های ترمومتر دیجیتال را به نقـاط ۱ و ۲ و ۳ و٤ اتصـال دهیـد . حـال منتظـر بمانید تا آب منبع بالا بجوش آید . از این پس هر ۲ دقیقه دمای نقـاط مشـخص شـده را در دفتر خودتان یادداشت نمائید . ومطمئن شوید که این دماها در حال افزایـش میباشـند . بـرای رسیدن به ثبات دمایی (که دمای هر کدام از نقاط نسبت به زمـان ثـابت بمـاند) لازم اسـت مدت زمان زیادی صبر نمائید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

وقتی دمای نقطه ۱ به حدود ^0C ۳۵ رسید دمای هر چهار نقطه را دقیقه ای یک بار بخوانید و در دفتر خود یادداشت کنید .پس از ثابت ماندن دمای هر چهار نقطه نسبت به زمان اعداد نهایی را در جدول مشخص نمائید .

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
نقطه ۱										
نقطه ۲										
نقطه ۳										
نقطه ٤										

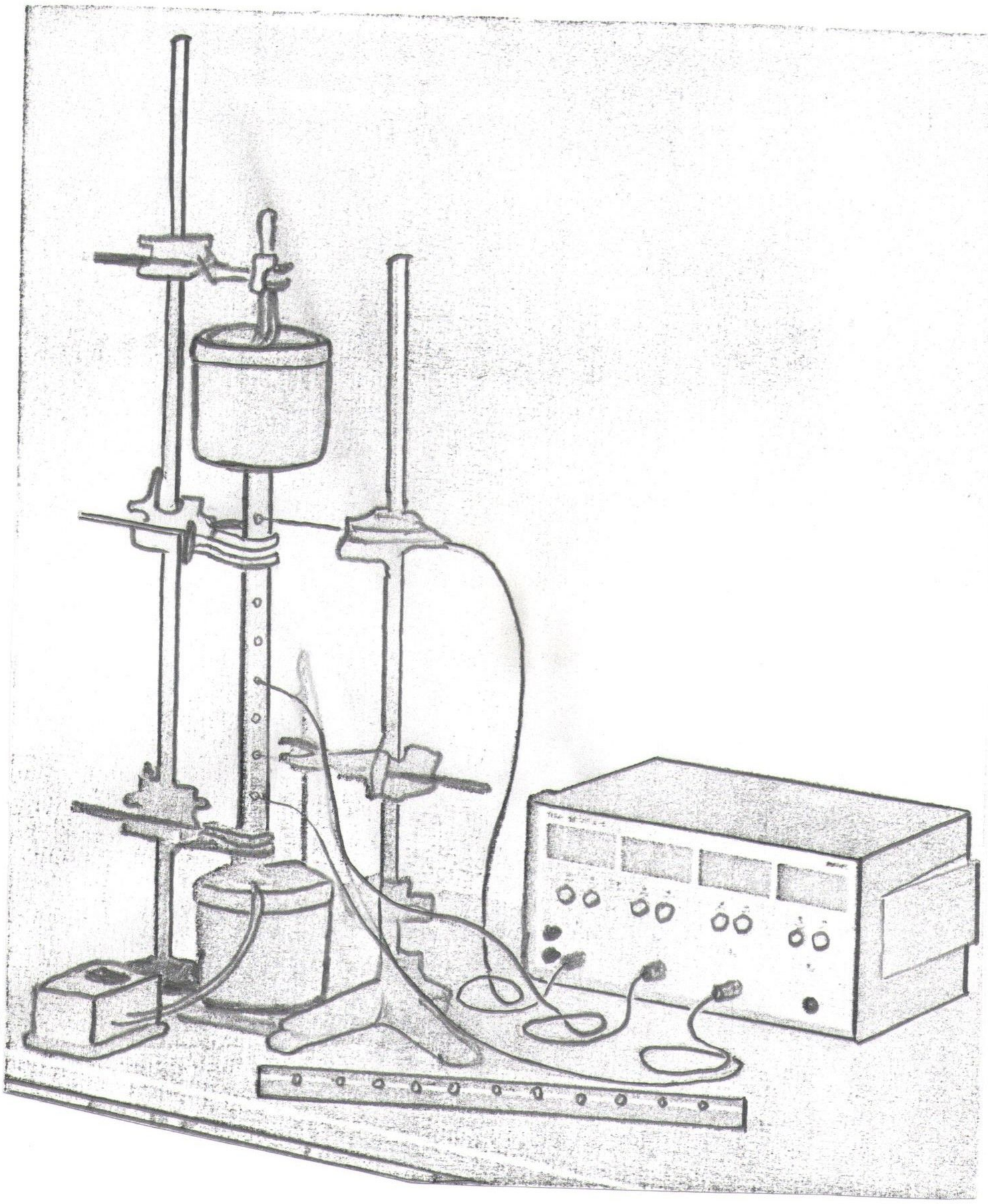
۲ ـ قطعات یخ را از ظرف خارج نمائید . حال مدت زمان لازم برای افزایش چند درجه (حدود ۳ درجه) دمای آب سرد را اندازه گیری نمائید . چون میله در ثبات دمایی است ، مقدار حرارت Q که از هر یک از مقاطع میله میگذرد ثابت خواهد بود . وحرارتی که آب در یک زمان معین جذب کرده ، برابر است با حرارتی که در همان زمان توسط مقطعی از میله که در مجاورت با آب است ، از دست رفته . پس برای محاسبه Q عبوری از هر مقطع در یک زمان مشخص میتوان Q را با توجه به رابطه $Q = m(T - T_0)$ محاسبه کرد.

سپس $\frac{Q}{t}$ را بدست آورد .

با استفاده از آخرین اعداد جدول (ثبات دمایی) نمودار T را بر حسب d رسم کنید و از روی شیب آن گرادیان دما را پیدا کنید . سپس با استفاده از رابطه و با داشتن سطح مقطع مقدار K را بدست آورید.

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



شکل دستگاه آزمایش ۶

Sample output to test PDF Combine only

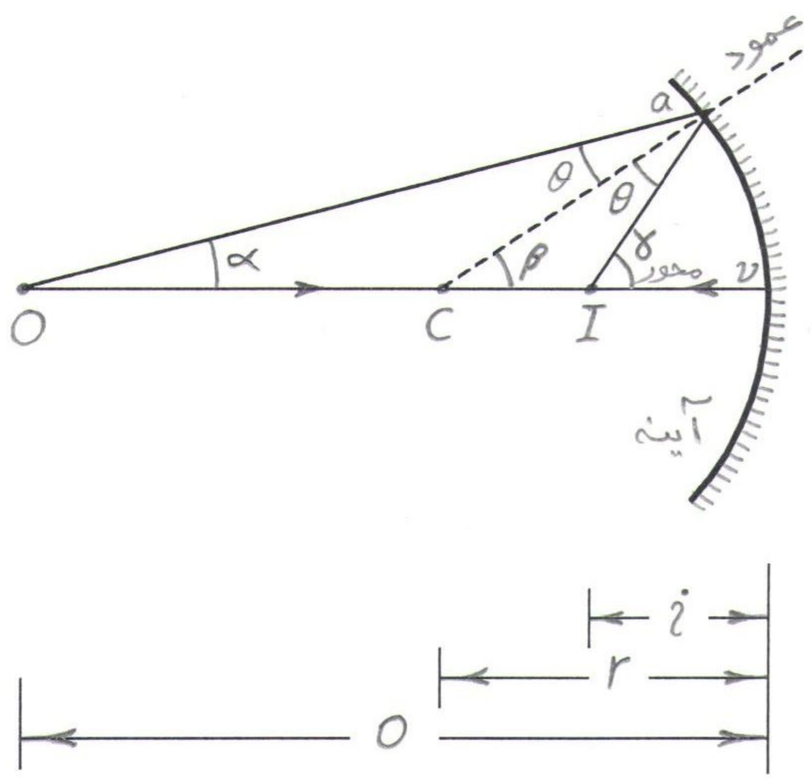
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۷ : آینه ها

تعیین فاصله کانونی آینه کاو و کوژ (مقعر و محدب)

وسایل آزمایش : آینه کاو وکوژ ، میز اپتیکی ، لامپ ٦ ولت ، پایه آینه وپایه تصویر.

در شکل (۱) یک موج کروی از جسم نقطه ای o روی یک آینه کروی کاو به شعاع خمیدگی r فرود می آید. خطی که از نقطه o و مرکز خمیدگی c می گذرد محور اصلی نامیده میشود. پرتوی که از o آغاز میشود و با محور اصلی زاویه دلخواه را میسازد پس از بازتاب از نقطه a روی آینه ، محور را در نقطه I قطع میکند. پرتوی که از نقطه o روی محور اصلی پیش میرود ودر v روی خود بازتاب میشود نیز از I میگذرد. بدین ترتیب نقطه I لااقل برای این دو پرتو تصویر نقطه o بوده وچون نور در واقع از آن می گذرد یک تصویر حقیقی است.



شکل (۱)

اکنون میخواهیم محل I را پیدا نماییم :

قضیه مفیدی که در اینجا بکار برده میشود، این است که زاویه خارجی هر مثلث برابر مجموع دو زاویه غیر مجاور آن می باشد. بنا بر این در مثلث های $oaco$ و $oaIo$ در شکل (۱) داریم :

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

$$\beta = \alpha + \theta \qquad (۱)$$

$$\gamma = \alpha + 2\theta$$

که بعد از حذف θ نتیجه میشود :

$$\alpha + \gamma = 2\beta \qquad (۲)$$

اگر α و β و γ را بر حسب رادیان بیان کنیم می توان نوشت :

$$\alpha \cong \frac{av}{vo} = \frac{av}{o} \quad \text{و} \quad \beta = \frac{av}{vc} = \frac{av}{r}$$

و $$\gamma = \frac{av}{vI} = \frac{av}{i} \qquad (۳)$$

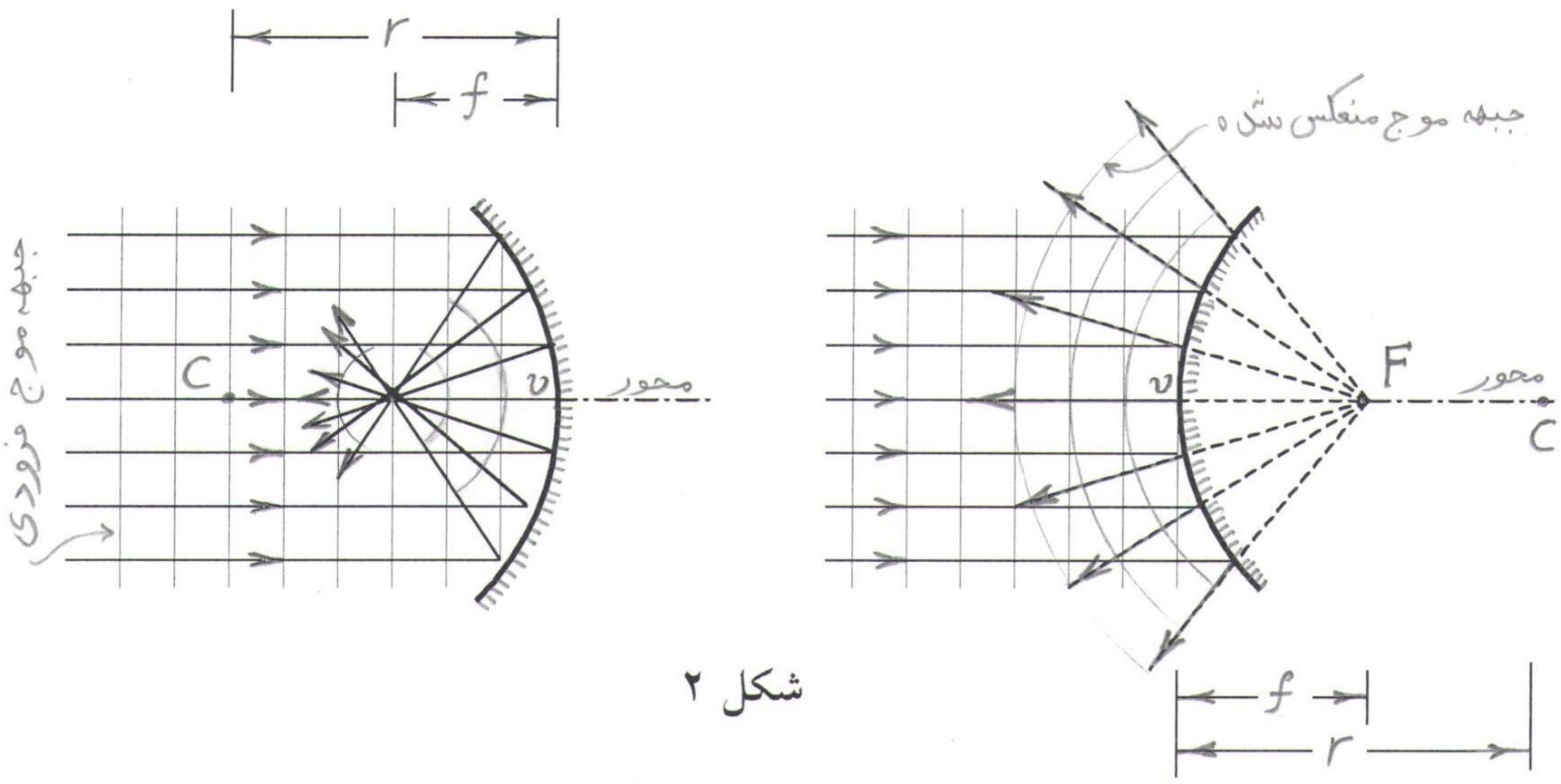
$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{2}{r} \qquad (٤)$$

وقتی نور بطور موازی روی یک آینه کروی فرود آید یک تصویر نقطه ای بوجـــود مـی آورد ، که آنرا نقطه کانونی آینه مینامند . فاصله کانونی f فاصله میان این نقطـــه یعنـی F و راس آینه می باشد. اگر در معادله (٤) o را به سمت بی نهایت میل دهیم خواهیم داشت :

$$i = \frac{1}{2} r = f$$

پس معادله (٤) را میتوان به این شکل نوشت : $$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f} \qquad (۵)$$

که در آن f مانند r برای آینه هایی که مرکز خمیدگی آنها در ناحیـــه R اســت(یعنـی آینه های کاو) مثبت و برای آینه های کوژ منفی است .



شکل ۲

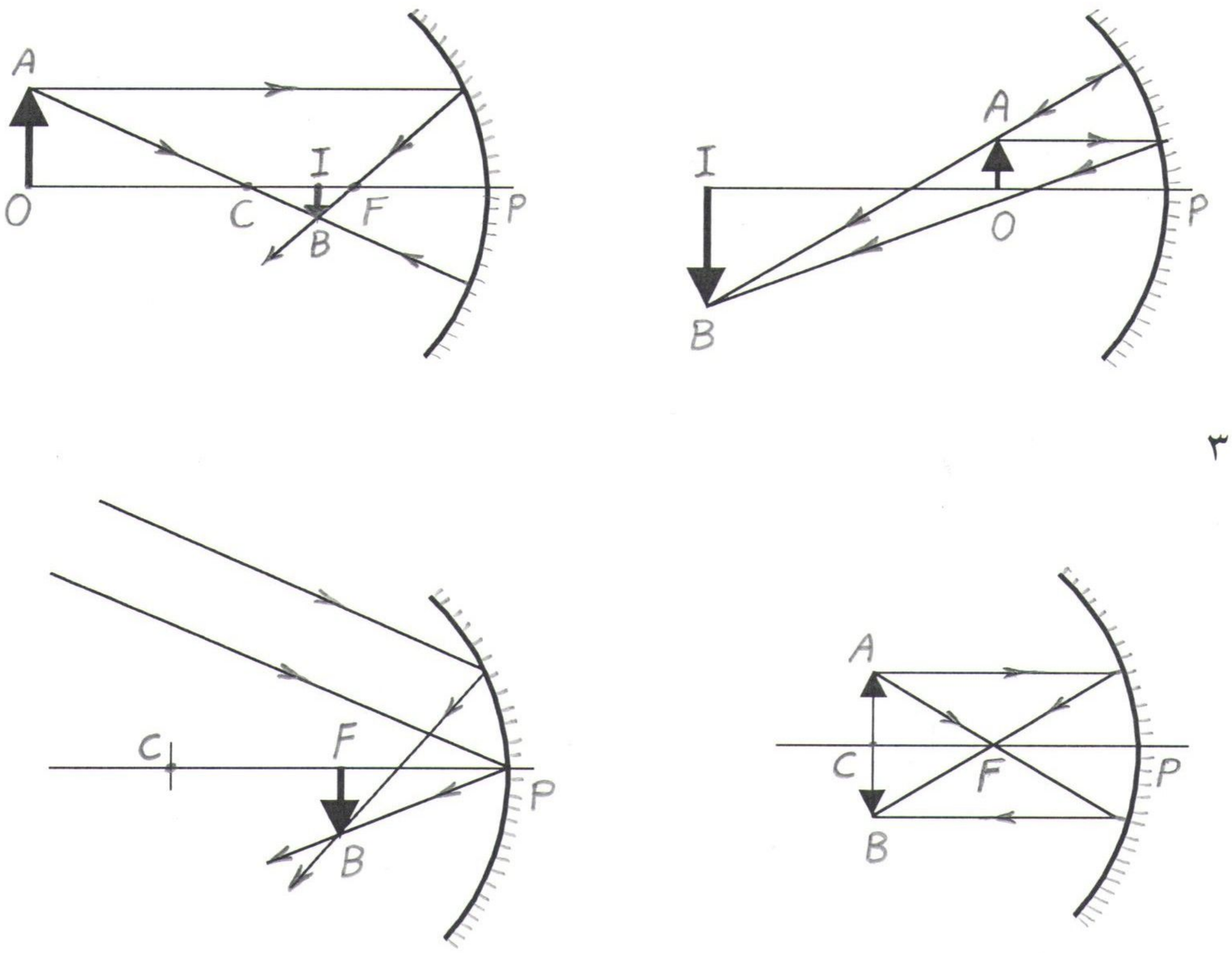
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

بزرگنمائی یک آینه کاو یا کوژ نسبت بزرگی تصویر است به بزرگی جسم:

$$m = -\frac{i}{o}$$

در شکلهای زیر تصویر جسم در موقعیتهای مختلف نسبت به آینه کاو نشان داده میشود :



شکل ۳

روش کار در آزمایشگاه :

تعیین فاصله کانونی آینه کاو (مقعر)

۱- روی میز اپتیکی یک آینه کاو و جسم و صفحه تصویر را سوار کنید . در حالتهای مختلف زیر محل تصویر جسم را پیدا کنید و فاصله های o (جسم تا آینه) و i (تصویر تا آینه) را بدقت اندازه بگیرید .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

الف: جسم روی مرکز آینه

ب: جسم خارج از مرکز آینه

ج:جسم بین مرکز وکانون آینه

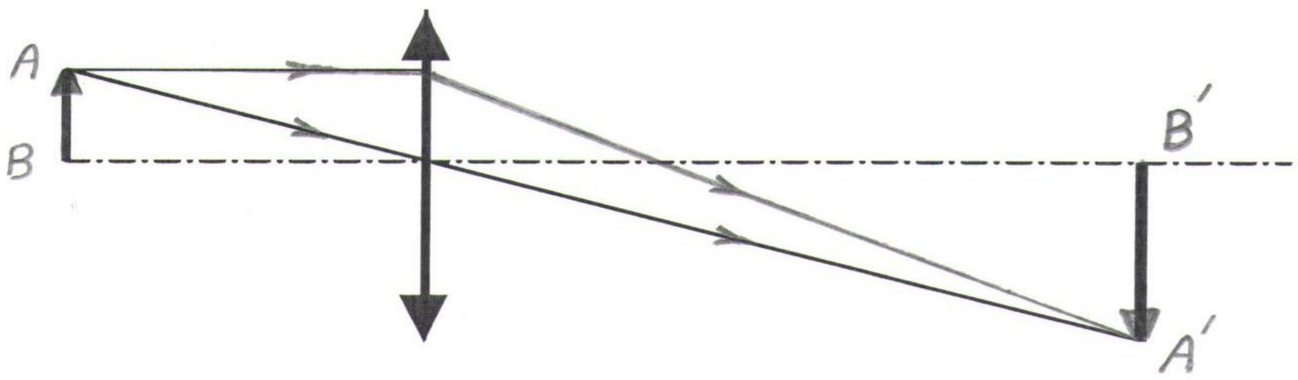
د: جسم بین کانون و راس آینه

از رابطه $\frac{1}{o}+\frac{1}{i}=\frac{1}{f}$ فاصله کانونی را برای حالتهای مختلف حساب کنید.

۲- بزرگنمائی آینه را در هر یک از حالتهای فوق حساب نمائید.

روش کار در تعیین فاصله کانونی آینه کوژ (محدب)

میدانیم که آینه کوژ همواره برای یک جسم حقیقی تصویر مجازی ودر پشت آینه دارد. لذا نمیتوانیم این تصویر را روی پرده بیندازیم . ولی میدانیم آینه کوژ از یک جسم مجازی یک تصویر حقیقی میدهد که میتوانیم روی پرده بیندازیم. برای این منظور ابتدا به کمک یک عدسی کوژ (محدب) یک تصویر حقیقی مانند شکل زیر بدست می آوریم.($A'B'$ یک تصویر حقیقی و معکوس برای عدسی کوژ است) در این حال محل دقیق $A'B'$ را روی میز اپتیکی یادداشت کنید.

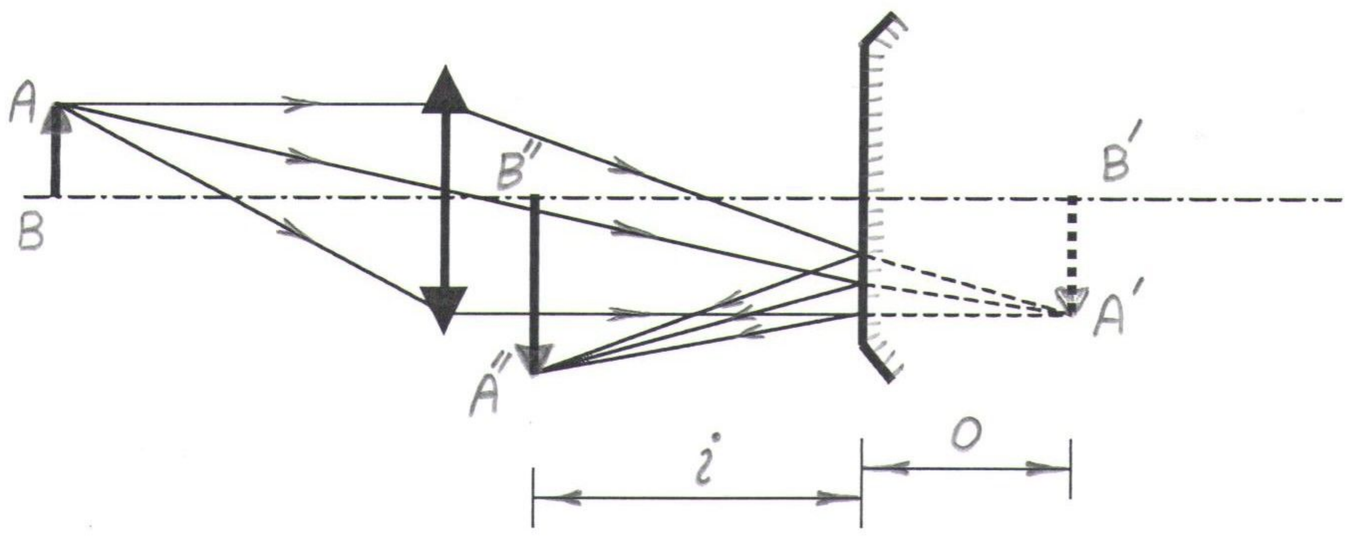


Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

حال اگر بین تصویر $A'B'$ و عدسی ، یک آینه کوژ قرار دهیم تصویر $A'B'$ برای آینه کوژ یک جسم مجازی خواهد بود . آینه کوژ از این جسم مجازی تصویر حقیقی خواهد داد که میتوانیم روی پرده بیندازیم . مانند شکل زیر :

$A''B''$ تصویر جسم مجازی $A'B'$ است .



حال فاصله $A'B'$ و $A''B''$ را از آینه کوژ بدست آورید و از رابطه (۵) فاصله کانونی آینه کوژ را حساب کنید.

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۸ : تعیین J

تعیین معادل مکانیکی گرما (J) به روش الکتریکی

وسایل آزمایش : کالریمتر با سیم مقاوم ، آمپرمتر ، ولت متر ، رئوستا ، منبع تغذیه ، دماسنج با دقت $\frac{1}{10}$ درجه سانتیگراد و کرنومتر .

تئوری آزمایش : اگر در دو سر یک مقاومت ولتاژ V بر قرار کنیم ، از این مقاومت جریان I میگذرد .و انرژی الکتریکی ایجاد شده بصورت حرارت ظاهر میشود . ضریب تبدیل این انرژی به حرارت ، عدد ژول (J) معادل مکانیکی گرما میباشد . حرارت ایجاد شده از رابطه زیر بدست میآید :

بر حسب کالری $Q = \frac{VIt}{J}$

اگر فرض کنیم که اتلاف حرارت وجود نداشته بأشد ، میتوان فرض کرد که تمام این حرارت که در داخل کالریمتر ایجاد شده ، صرف افزایش دمای آب و اجزاء داخل کالریمتر از θ_1 به θ_2 میشود .

لذا اگر M جرم آب و A ارزش آبی کالریمتر و اجزاء آن بأشد داریم :

$$(M + A)(\theta_2 - \theta_1) = \frac{VIt}{J}$$

و از آنجا میتوان J را پیدا کرد :

$$J = \frac{VIt}{(M + A)(\theta_2 - \theta_1)}$$

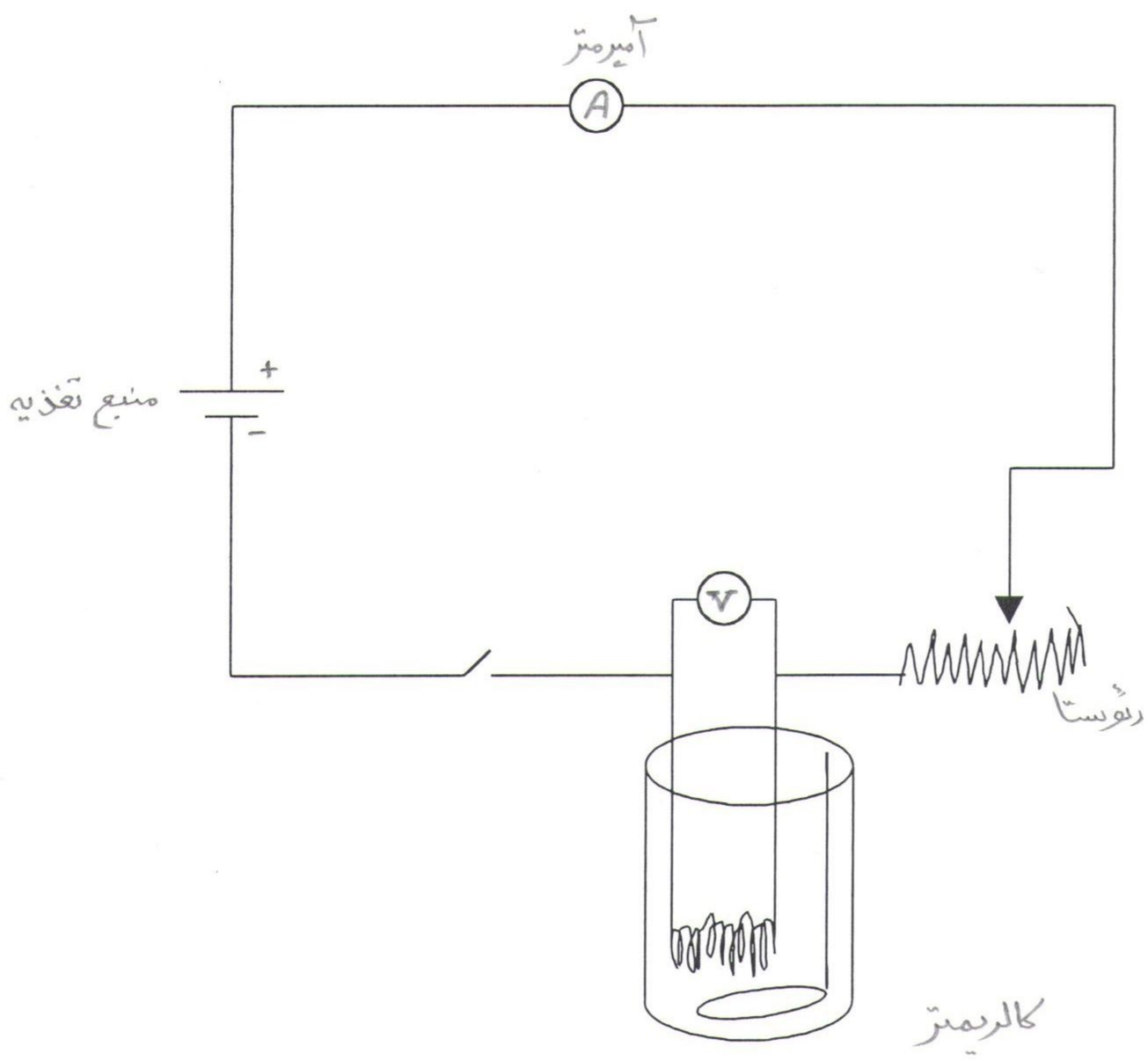
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

روش کار در آزمایشگاه :

ابتدا کالریمتر را کاملا خشک کرده و آنرا وزن کنید (m_1) . سپس مقداری آب داخل کالریمتر بریزید تا سیم مقاومت دار کاملا در داخل اب قرار گیرد . دقت کنید که آب از کناره های کالریمتر بیرون نریزد . حال کالریمتر را وزن کنید (m_2) بدین ترتیب جرم آب داخل کالریمتر $M = m_2 - m_1$ خواهد بود .

مداری مطابق شکل (۱) آماده سازید .دماسنج را در محلی که در وسط کالریمتر برایش تعبیه شده طوری قرار دهید که مخزن آن با کناره های کالریمتر یا مقاومتها در تماس نباشد . مایع را با همزن مدتی بهم بزنید و کمی صبر کنید تا دماسنج درجه حرارت ثابتی را نشان دهد (θ_1). آنگاه کرنومتر را همزمان با وصل مدار (بوسیله کلید) به کار اندازید . در مدت عبور جریان آب را بهم بزنید . پس از اینکه دما حدود ۳ درجه افزایش یافت ، کرنومتر و کلید را همزمان قطع کنید . با همزن آب را بهم بزنید تا دماسنج به دمای تعادل (θ_2) برسد .



شکل (۱)

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

حال با تغییر رئوستا شدت جریان و ولتاژ را تغییر داده آزمایش فوق را سه بار تکرار کنید . نتایج حاصل را مانند جدول در دفتر خودتان ثبت نمائید . در هر حالت J را حساب نموده میانگین آنرا برای سه بار پیدا کنید .

جدول آزمایش

شماره آز	M	θ_1	θ_2	V	I	t	J	میانگین
۱								
۲								
۳								

خطای آزمایش را بوسیله دیفرانسیل لگاریتمی محاسبه نمائید . ارزش آبی کالریمتر را $A=20$ انتخاب کنید.

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۹ : دو شکاف یانگ و پراش

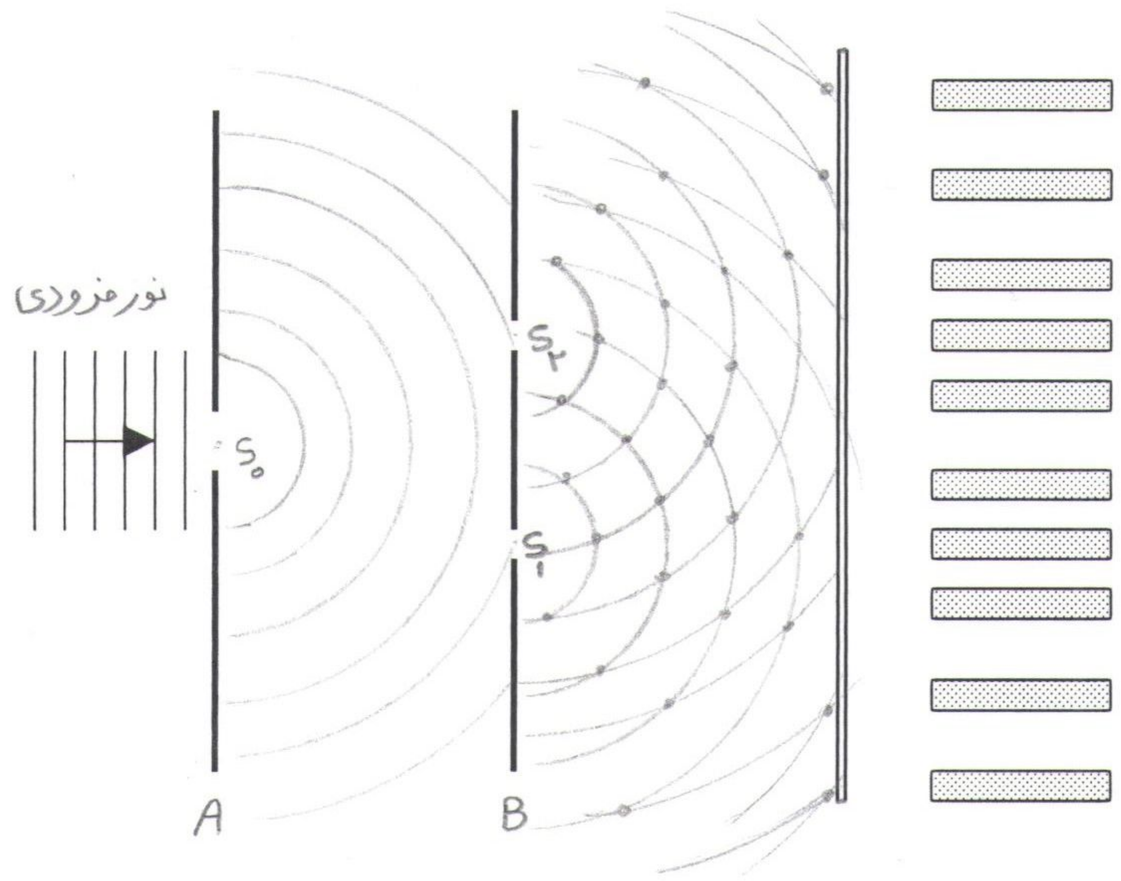
تئوری آزمایش :

پدیده تداخل برای انواع امواج یکی است و به اینکه موج از نوع نوری صوتی یا جز اینها باشد بستگی ندارد وقتی دو موج هم بسامد با اختلاف فاز (نمود) که با گذشت زمان ثابت می ماند کم وبیش در یک سو حرکت می کنند ممکن است با هم ترکیب شوند بطوریکه به خاطر ترکیب آنها ، توزیع انرژی موجی در فضا یکنواخت نبوده یلکه در برخی نقاط بیشینه و در برخی دیگر کمینه (یا حتی صفر) است یانک در سال ۱۸۰۱ با نمایش چنین پدیده ای (تداخل) در مورد نور برای نخستین بار نظریه موجی را با آزمایش به اثبات رسانید وی توانست طول موج نوری را برای اولین بار بروش آزمایش بدست آورد .

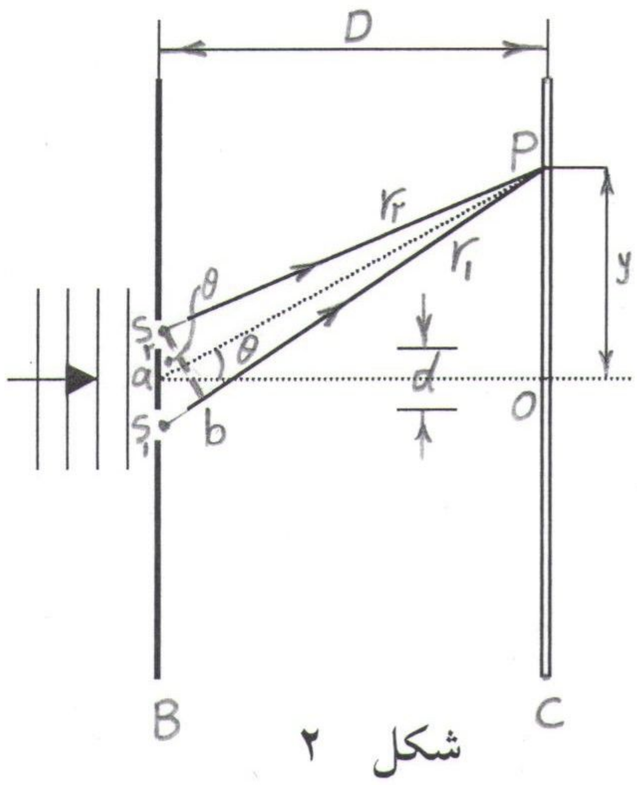
یانک نور خورشید را بر پرده A که یک سوراخ کوچک S در آن ایجاد شده بود تابانید همان گونه که در شکل ۱ نشان می دهد نور بعد از خارج شدن از روزنه پراش یافته و سوراخ های S_1 و S_2 واقع در پرده B را روشن می نماید و دوباره پراشیده می شود و موج کروی که بدینسان بوجود می آید در فضا به طرف راست این پرده کدر ضمن در هم رفتن پیش می روند نتیجه تداخل در پرده سفید C به صورت مناطق کم نور و پر نور خود نمایی می کند نحوه قرار گرفتن مناطق کم نور وپر نور در کنار هم با زمان ثابت می ماند و به نام گرته تداخلی موسوم می باشد .

Sample output to test PDF Combine only

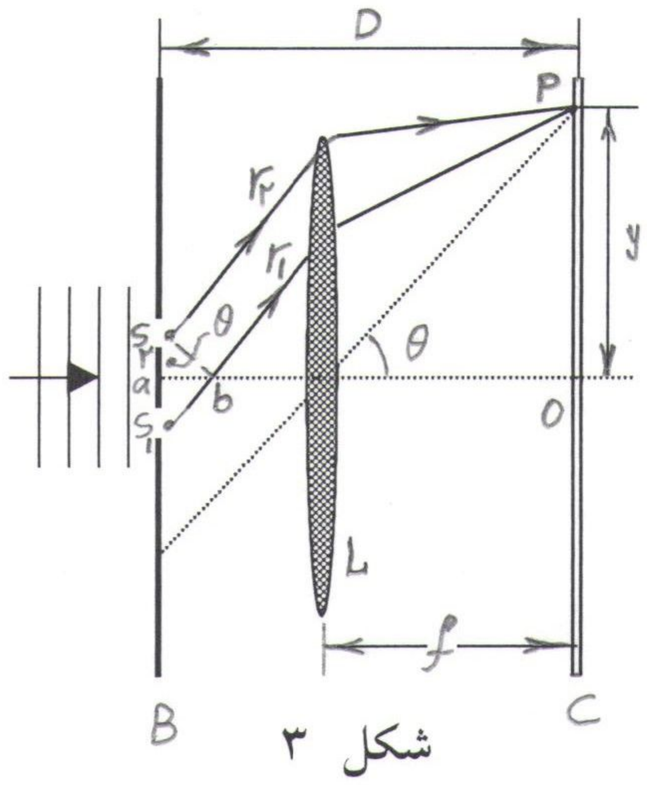
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



اینک می خواهیم آزمایش یانگ را از نظر کمی بررسی کنیم. فرض کنید نور فـــرودی تنـــها از یک طول موج تشکیل شده باشد . و نقطه P در شکل ۲ (نقطه روی پرده است) که فاصلـه آن از شکافهای باریک S_1 و S_2 به ترتیب r_1 و r_2 می باشد. از s_2 خطی به b چنان رسم می کنیم که خطوط Ps_2 و Pb بایکدیگر برابر باشند اگر فاصله دو شکاف d از فاصلـــه بیـــن دو پـــرده D خیلی کوچکتر باشد در این صورت s_2b تقریبا بر r_1 وr_2 هر دو عمود است (در شـــکل نسـبت d/D برای وضوح بزرگ نشان داده شده) بدین سان زاویه های s_1s_2b و pao تقریبـــا بـــا یکدیگـــر مساوی هستند و از این رو است که هر دو آنها با θ نشان داده شده اند. شـــرایط بـــالا معـــادل این است که r_1 را موازی r_2 اختیار کرده باشیم .



شکل ۲



شکل ۳

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

معمولا مانند شکل ۳ پشت دو شکاف یک عدسی نازک قرار می دهند و پرده سفید را در صفحه کانونی آن می گذارند از این رو نوری که در P کانونی می شود باید به موازات خط Px که نقطه P را به مرکز عدسی وصل می کند باشد . در این صورت حتی اگر شرط $D \geq d$ برقرار نباشد پرتوهای r_1 و r_2 موازی خواهند بود در عمل به جای عدسی L قرنیه چشم وبه جای پرده سفید شبکیه چشم می تواند حایگزین شود . در شکل ۲و۳ پرتوهایی که به p میرسند در محل شکافهای s_1 و s_2 همنمود (همفاز) هستند زیرا هر دو از یک سطح موج تخت کرفته شده اند شمار طول موجها در فاصله s_1b که اختلاف راه نوری می باشد نوع تداخل را در P معین می کند .

برای اینکه در P شدت نور بیشینه باشد باید s_1b مضرب درستی از طول موج باشد .

$s_1b=m\lambda$ $\quad m=0,1,2,$

که می توان آن را به صورت زیر نوشت :

$d\sin\theta=m\lambda$ $\quad m=0,1,2,3$ بیشینه ها (۱)

که در آن m=0 مربوط به بیشینه مرکزی در نقطه O است باید توجه داشت که در شکلهای ۲و۳ برای هر بیشینه شدت در بالای بیشینه مرکزی یک بیشینه دیگر زیر آن بطور قرینه وجود دارد .

برای اینکه در نقطه P شدت نور کمینه گردد باید s_1b مضرب درستی و نیمی از طول موج باشد یا

$d\sin\theta=(m+1/2)\lambda$ $\quad m=0,1,2,$ کمینه ها (۲)

تعریف : هرگاه امواجی که از دو شکافهای s_1 و s_2 خارج می شوند به هم وابستگی کامل داشته باشند به طوریکه اختلاف نمود آنها به زمان بستگی نداشته باشد می گویند دو چشمه به طور کامل همدوس هستند اگر θ به اندازه کافی کوچک باشد می توانیم معادله تقریبی زیر را بکار ببریم .

$\sin\theta=\mathrm{tg}\theta=\theta$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

در شکل ۲ دیده می شود $Y/D = \tan\theta$ که با جایگزین کردن آنها در معادله ۱ داریم :

$$Y_m = m\ \lambda\ D/d \qquad m=0,1,2 \qquad (٤)$$

پس محل دو بیشینه پی در پی به ترتیب چنین می شود : $Y_m = m\ \lambda\ D/d$

روش کار در آزمایشگاه :

منبع نور را که در این آزمایش لامپ لیزر است جلوی دو شکاف یانک و به فاصله نیم متری آن قرار دهید و در این حال نوارهای تاریک و روشن (بیشینه و کمینه) حاصله ازتداخل را روی پرده ای که به فاصله حدودا ۱۲۰ سانتی متر از دو شکاف یانک قرار دارد مشاهده نمایید . برای راحتی کار برای تعیین فاصله بین نوارهای تاریک وروشن (بیشینه وکمینه) می توانید روی پرده یک کاغذ میلیمتری بچسبانید اکنون فاصله ۱۰ نوار روشن را از روی کاغذ میلیمتری تعیین کنید (Y_m). D فاصله دو شکاف یانک تا پرده را توسط خط کش بدست آورید برای تعیین d فاصله دو شکاف یانک میتوانید ازمیکروسکوپ موجود در آزمایشگاه استفاده کنید .

حال با قرار دادن $m=۱۰$ در رابطه $Y_m=m\ \lambda\ D/d$ وداشتن Y_m و D وd می توانید طول موج منبع نور لیزر را تعیین کنید برای دقت در نتایج بدست آمده آزمایش را با یک دو شکاف دیگر وتغییر D فاصله پرده تا دو شکاف تکرار کنید ونتایج را مقایسه کنید .

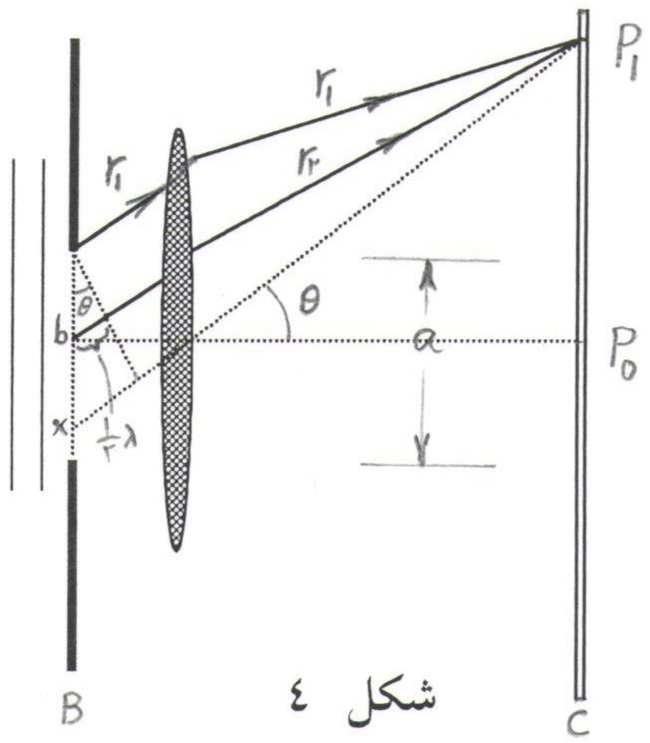
آزمایش دوم : پراش بوسیله یک تک شکافی

شکل ۱ یک موج تخت را نشان می دهد که عمودی بر روی یک شکاف باریک وطویل به پهنای a فرود می آید نخست نقطه P0 را روی پرده C در نظر می گیریم دسته ای از امواج موازی که بطور افقی ازشکاف خارج می شود بوسیله عدسی در نقطه P0 کانونی می گردد و چون راه نوری این امواج یکی است وچون در صفحه شکاف همنمود هستند در نقطه P0 نیز همنمود (هم فاز) خواهند بود وشدت در نقطه مرکزی گرته پراش بیشینه (منطقه ای که شدت نور ماکزیممم است) است. اکنون نقطه دیگری را روی پرده در نظر می گیریم پرتوهای نور که در شکل ۱ به نقطه P_1 می رسند شکاف را تحت زاویه θ ترک می کنند پرتو r_1 از بالای شکاف وپرتو r_2 از مرکز آن آغاز می شود اگر θ به گونه ای انتخاب شود (یعنی P_1

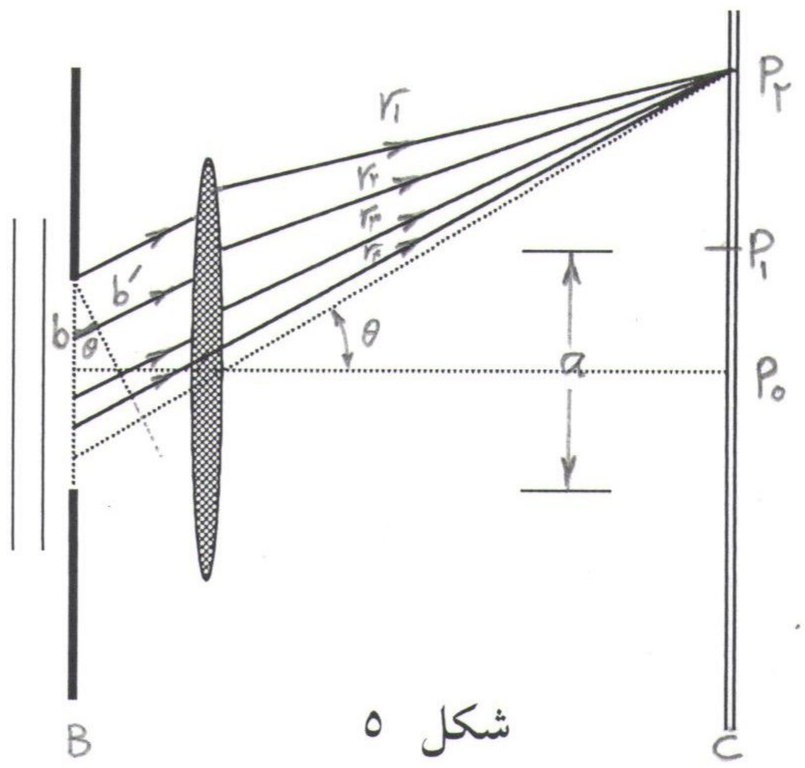
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

جایی باشد) که فاصله bb′ نصف طول موج باشد پرتوهای r_1 و r_2 در این نقطه با یکدیگر ۱۸۰ درجه اختلاف نمود (فاز) خواهند داشت واثر یکدیگر را خنثی خواهند کرد در واقع اثر هر پرتوی که از نیمه بالای شکاف آغاز می شود با اثر پرتوی دیگری که از نیمه پایین شکاف در فاصله a/2 زیر آن آغاز می شود حذف می گردد بنابراین نقطه P_1 نخستین کمینه پراش (نقاط تا ریک) بوده وشدت نور در آن صفر خواهد بود .



شکل ٤



شکل ٥

شرایط بالا برای نقطه P_1 به صورت زیر است :

$$bb' = \lambda/2$$

$$bb'/a/2 = \sin\theta \Rightarrow \lambda/2 = a/2 \sin\theta \Rightarrow a\sin\theta = \lambda$$

معادله نشان می دهد که هر چه شکاف باریک تر باشد ، یعنی a درشکل(٤)کوچکتر بأشد θ بزرگتر وبیشینه مرکزی پهن تر خواهد بود . در شکل(٥) شکاف به چهار بخش مساوی تقسیم و پرتوهایی از بالای هر بخش ترسیم شده است . فرض کنید θ در این شکل بگونه ای انتخاب شده باشد که فاصله bb′ نصف طول موج باشد در این صورت پرتوهای r_1 و r_2 در نقطه P_2 اثر یکدیگررا حذف می کنند اختلاف راه پرتوهای r_3 و r_4 نیز نصف طول موج بوده واثر همدیگر را حذف می نمایند . چهارپرتو دیگر که هریک از نقطه ای به فاصله معینی در زیر پرتوهای یاد شده از شکاف جدا می شوند را در نظر بگیرید دو پرتو r_1 و r_2 به تنهایی اثر یکدیگر را حذف می نمایند وهمینطور پرتوهایی که از زیر r_3 و r_4 آغاز می شوند .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

به همین ترتیب می توان تمام نقاط شکاف را چهار تا چهار تا در نظر گرفت ونشان داد که مجموع آشفتگی های موجی در نقطه P_2 صفر می شود بدین ترتیب دومین نقطه ای که شدت نور در آن صفر می باشد یعنی دومین کمینه بدست می آید . شرطی که شرح آن گذشت لازم می دارد که :

$bb' = \lambda /2$

$$\Rightarrow \quad a/4 \sin\theta = \lambda /2 \quad \Rightarrow \quad a \sin\theta = 2\lambda \qquad (2)$$

$bb'/a/4 = \sin\theta$

با عمومیت دادن این رابطه و رابطه (۱) محل کمینه ها روی پرده چنین خواهد شد :

$$a \sin\theta = m\lambda \qquad m = 1,2,3,.....$$

در شکل (٤) P_0P_1 نصف نقطه روشن یعنی بیشینه مرکزی است از طرفی اگر پهنای بیشینه مرکزی را X بگیریم و فاصله پرده از شکاف را D اختیار کنیم با توجه به اینکه $\sin\theta = x/2/D$ است رابطه (۱) را میتوانیم بصورت زیر بنویسیم

$$a \sin\theta = \lambda \qquad a\, x/2/D = \lambda \qquad X = 2D\lambda /a$$

در رابطه فوق a عرض شکاف و λ طول موج D فاصله شکاف تا پرده و x پهنای بیشینه مرکزی است

روش کار در آزمایشگاه :

ابتدا شکاف با عرض متغییر را روی پایه به فاصله حدودا ۲ متر از پرده قرار دهید روی صفحه شکاف دار ورنیه ای است که می توانید به کمک آن عرض شکاف را با دقت ۰/۱ کم وزیاد کنید به جای پرده می توانید از یک برگ کاغذ میلیمتری که روی صفحه ای نصب شده استفاده کنید وآن را در فاصله یک متری شکاف قرار دهید . لامپ لیزری را در فاصله نیم متری شکاف قرار داده و منطقه تاریک وروشن را (بیشینه وکمینه) روی پرده بیندازید . عرض شکاف را یادداشت کرده وپهنای بیشینه مرکزی را اندازه بگیرید . با تغییر دادن عرض شکاف هر بار پهنای بیشینه مرکزی را بدست آورید نمودار ۱/a (که در آن a پهنای شکاف است)

Sample output to test PDF Combine only

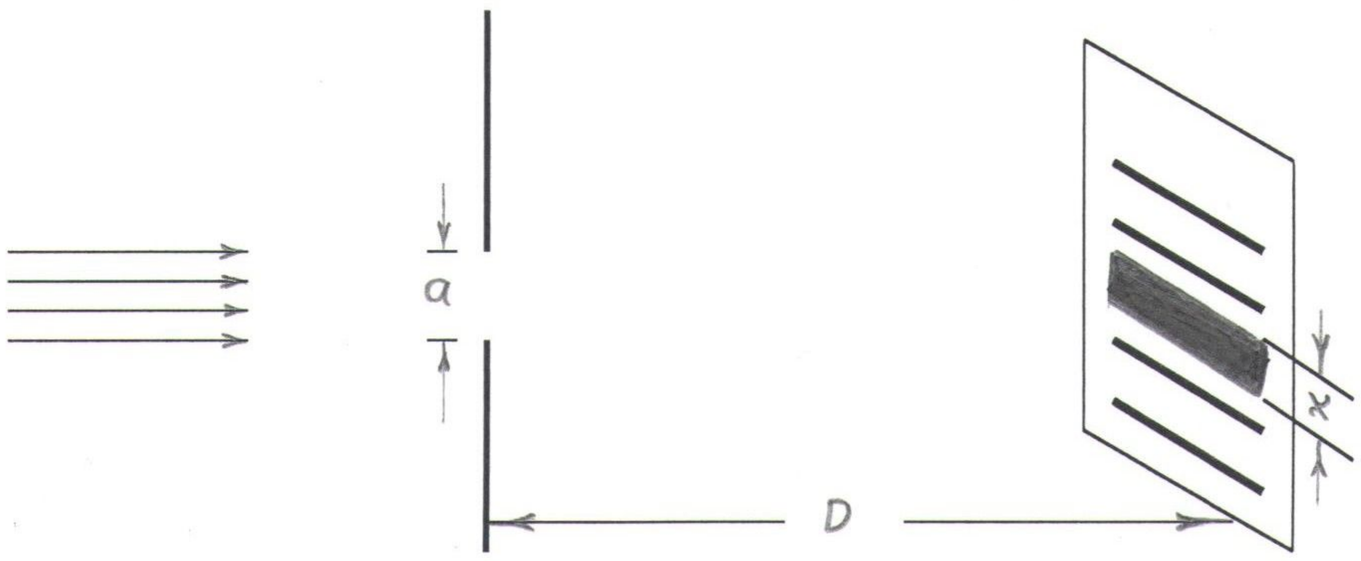
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

نسبت به x پهنای بیشینه مرکزی رسم کرده از رابطه $x= 2D \lambda /a$ با توجه به اینکه شیب خط مزبور $2D \lambda$ است با اندازه گیری D فاصله شکاف تا پرده از روی شیب ، λ طول موج نور قرمز را بدست آورید .

آزمایش دوم :

یک شکاف را برداشته و یک دو شکافی به جای آن قرار دهید و شکل نقاط تاریک و روشن را در دفترچه تان رسم کنید ، آیا علاوه بر پراش اثر تداخل را می توانید روی بیشینه وکمینه های حاصل از دو شکافی مشاهده کنید .

دو شکافی را برداشته و به جای آن چند شکافی قرار داده و شکل بیشینه و کمینه حاصل را ببینید و در دفترچه تان رسم کنید . همچنین برای n شکاف و توری نیز بیشینه و کمینه ها را مشاهده ورسم کنید و با آنچه در تئوری پراش n شکاف خوانده اید مقایسه کنید .



Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۱۰ : لوله های صوتی و تار مرتعش

الف : لوله های صوتی

تعیین سرعت صوت با استفاده از لوله تشدید (لوله های صوتی)

وسایل آزمایش : دستگاه تشدید (لوله ای شیشه ای که بوسیله یک لوله لاستیکی بـه مخـزن آب متصـل است) ، دیاپازونها با فرکانسهای مختلف ، چکش لاستیکی و کولیس .

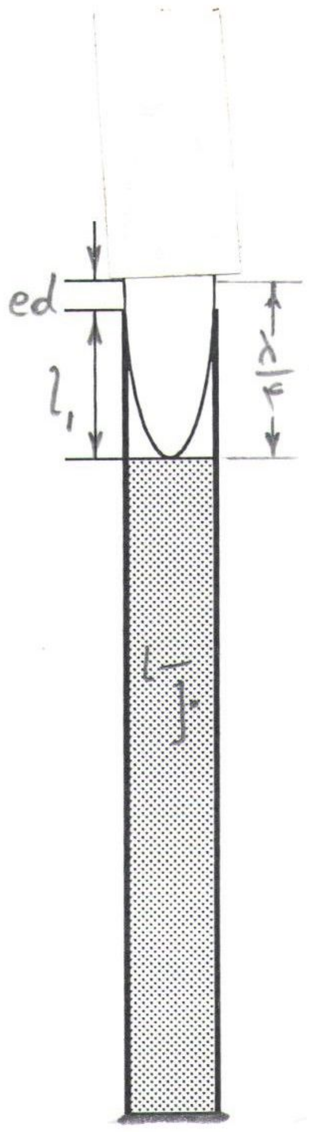
تئوری آزمایش :

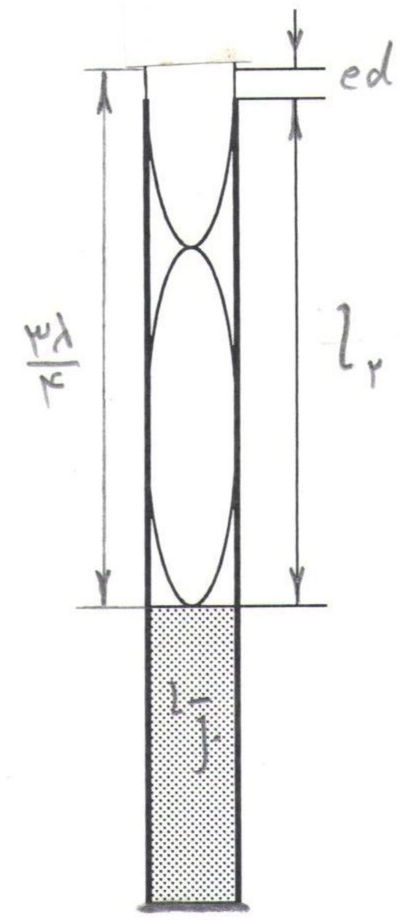
میدانیم وقتی لوله صوتی به ارتعاش درمیآید در اثر تراکم امواج و رفت و برگشت در آن ایجاد امـواج ساکن میشود .حال اگر انتهای لوله صوتی بسته بأشـد ، در انتـهای آن گـره قـرار دارد و در ابتـدای آن (دهانه باز) قاعدتا باید یک بطن بوجود آید . اما این بطن دقیقا در انتهای لوله نبوده بلکه به فاصلـه ed خارج از آن قرار دارد . (زیرا امواج صوتی که از انتهای باز در هوا منتشـر میشـوند طولشـان بیشـتر از طول موجی است که پیش بینی میشود). مقدار ed را تصییح انتهای لوله گویند که درآن d قطـر لوله است .

شکل (۱) تشدید موج صوتی در لوله را برای تشدیدهای اول ودوم نشان میدهد :

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)





شکل (۱)

در اولین تشدید

$$l_1 + ed = \frac{\lambda}{4} \qquad (۱)$$

در دومین تشدید

$$l_2 + ed = 3\frac{\lambda}{4} \qquad (۲)$$

که در آن λ طول موج صوتی است . از دو رابطه فوق نتیجه میشود :

$$(l_2 - l_1) = \frac{\lambda}{2} \qquad (۳)$$

اگر V سرعت صوت در هوای درون لوله و N فرکانس (بسامد) دیاپازون بأشد :

$$V = \lambda N \qquad (٤)$$

از ترکیب دو رابطه (۳)و(٤) داریم :

$$V = 2N(l_2 - l_1) \qquad (٥)$$

که در آن V سرعت صوت در هوای آزمایشگاه است . و سرعت سیر صوت در هوا در صفر درجه سانتیگراد $331^{m}/_{s}$ می باشد .ولی سرعت صوت در درجه حرارت $t^{\circ}c$ از رابطه زیر قابل محاسبه است :

$$V = 331(1 + \frac{t^{\circ}c}{273})^{\frac{1}{2}}\ {}^{m}/_{s} \qquad (٦)$$

با استفاده از این رابطه ، سرعت سیر صوت در درجه حرارت آزمایشگاه را میشود محاسبه کرد (با استفاده از فرمول داده شده). ومیشود با توجه به رابطه (۵) فرکانس دیاپازون را محاسبه کرد .

مقدار تصییح انتهای لوله را میشود با استفاده از روابط (۱) و(۲) بدست آورد:

$$\frac{l_2 + ed}{l_1 + ed} = 3 \Rightarrow ed = {}^{1}/_{2}(l_2 - 3l_1)$$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

روش کار درآزمایشگاه :

ابتدا با تغییر محل مخزن ، سطح آب را تقریبا تا لبه لوله بالا ببرید . دیاپازون با طول بلندتر را روی پایه مخصوص و کمی بالاتر از دهانه لوله ببندید و آنرا به کمک چکش لاستیکی به ارتعاش در آورید توجه کنید که دیاپازون در حال ارتعاش به لبه لوله برخورد نکند زیرا آنرا می شکند .

همانطور که دیاپازون در حال ارتعاش است ، سطح آب را به آهستگی پایین ببرید تا وقتیکه حالت تشدید بوجود آید . طول l_1 فاصله سطح آب تا لبه لوله را بدقت اندازه بگیرید .

(چون ستون هوا از ارتفاع معینی شروع به تشدید نموده در ارتفاع دیگری ختم میشود ، بهتر است اندازه ارتفاع ستون هوا را در دو حالت فوق اندازه بگیرید و میانگین آنها را در جدول یادداشت کنید)

اکنون سطح آب را پایین آورده و مثل حالت قبل طول l_2 را برای دومین تشدید اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید .

$d =$ قطر لوله $\qquad t =$ درجه حرارت

سرعت $V\ m/s$	میانگین l_2 متر	میانگین l_1 متر	فرکانس دیاپازون Hz

میانگین سرعت $V\ m/s$ =

همین عمل را برای دیاپازونهای دیگر بترتیب تکرار کنید و سرعت سیر صوت در هوای لوله را محاسبه نمائید . مقدار بدست آمده را با مقدار داده شده از رابطه (٦) مقایسه کنید . علت اختلاف را بیان نمائید . لازم است قطر لوله با کولیس اندازه گرفته شود .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

با استفاده از رابطه (٤) (وابستگی طول لوله به فرکانس) رابطه (۲) به فرم زیر بیان میشود:

$$l + ed = \frac{V}{4N}$$

با استفاده از اعداد جدول تغییرات l_1 (طول لوله در اولین تشدید) را نسبت به $\frac{1}{N}$ رسم کنید . از روی آن تصییح انتهای لوله ed و سرعت سیر صوت در هوای لوله را حساب کنید .

ب : تار مرتعش

تئوری آزمایش : اگر تار مرتعشی را در دو نقطه محکم کنیم و آنرا به ارتعاش در آوریم ، چون ارتعاشات عرضی در طول تار منتشر شده و در انتهای ثابت منعکس میشود ، امواج ساکن تولید میکنند. واضح است که طول تار برابر نصف طول موج صوت اصلی تار خواهد بود .

$$l = \frac{\lambda}{2}$$

تار مرتعش میتواند علاوه بر دو گره انتهایی ، گره های دیگری نیز داشته بأشد . کافی است که پریود ارتعاشات طوری باشد که طول تار شامل مضارب زوجی از $\frac{\lambda}{4}$ بأشد .یعنی اگر وسط تار را بوسیله خرک متحرک ثابت نماییم بر اثر ارتعاش تار در طول آن ۳ گره و ۲ شکم تولید خواهد شد .

$$l = 4\frac{\lambda_2}{4}$$

و در حالت کلی داریم $v = \lambda f$

$$l = 2k\frac{\lambda}{4} = k\frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda = \frac{v}{N} \Rightarrow N = k\frac{v}{2l}$$

از طرفی آزمایش نشان میدهد که سرعت انتشار ارتعاشات در تارهای مرتعش با جذر نیروی کشش (F) نسبت مستقیم وبا جذر جرم واحد طول تار (m) نسبت معکوس دارد .یعنی :

$$v = \sqrt{\frac{F}{m}} \Rightarrow N = \frac{1}{\lambda}\sqrt{\frac{F}{m}}$$

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

روش کار درآزمایشگاه :

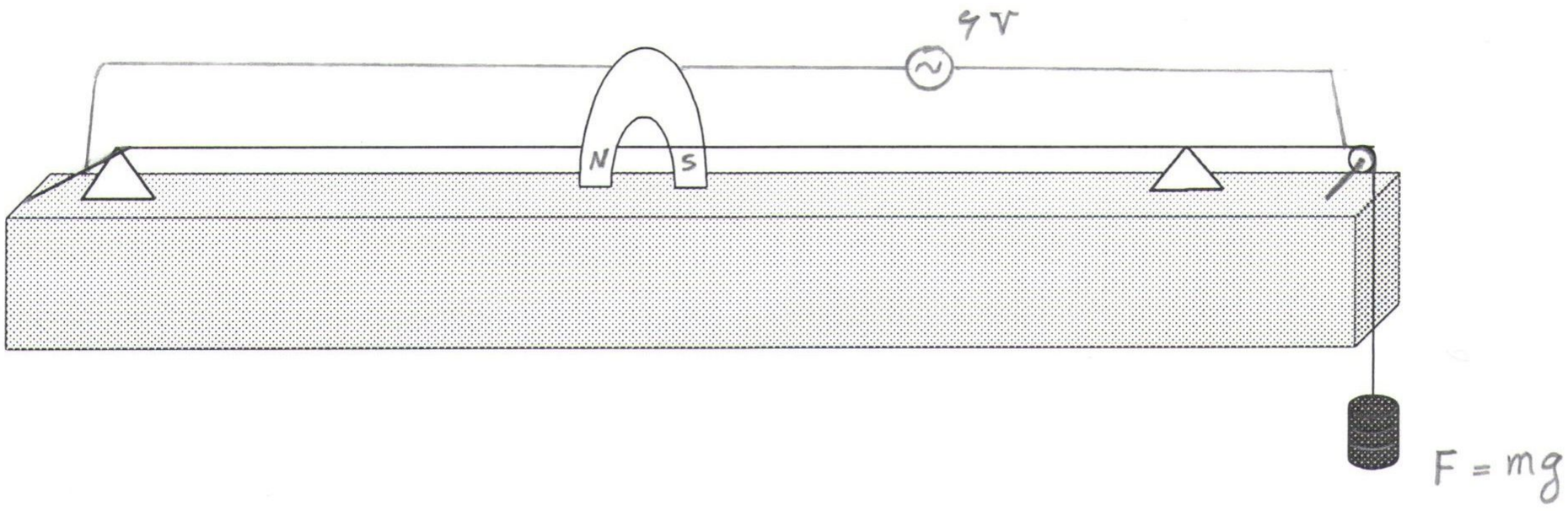
مطابق شکل یک سر سیم را به پایه ببندید وسر دیگر آنـــرا از روی قرقـره عبـور دهیـد و بـه آن وزنـه معلومی را آویزان نمائید .در دو سر سیم بوسیله منبع تغذیه اختلاف پتانسیل ٦ ولـت بـر قـرار کنیـد . آنگاه آهنربای نعلی شکل را طوری قرار دهید که سیم در وسط آن قرار بگیرد . با تغییر محل خـرک هـا سعی کنید در طول تار چند بطن کامل ایجاد شود . آزمایش را برای ٤ وزنه مختلـف انجـام دهیـد و روابط زیر را تحقیق کنید .

۱- $\frac{\sqrt{F_1}}{\lambda_1} = \frac{\sqrt{F_2}}{\lambda_2} = \cdots = \frac{\sqrt{F_n}}{\lambda_n}$

۲- با توجه به قانون سه انگشت دست چپ ، راستای خطوط آهنربا را عمودی یا افقی کنید و چگونگـی جهت ارتعاش را مشاهده نمائید .

۳- برای هر کدام از نیروها یک بطن و دو بطن کامل را بدست آورید و نتایج را در جدولی تنظیم کنید.

	نسبت $\frac{\sqrt{F}}{\lambda}$	λ طول موج	l طول سیم	نیرو F



Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

آزمایش ۱۱: زاویه راس منشور

کار با اسپکترومترتعیین زاویه راس و تعیین ضریب شکست منشور

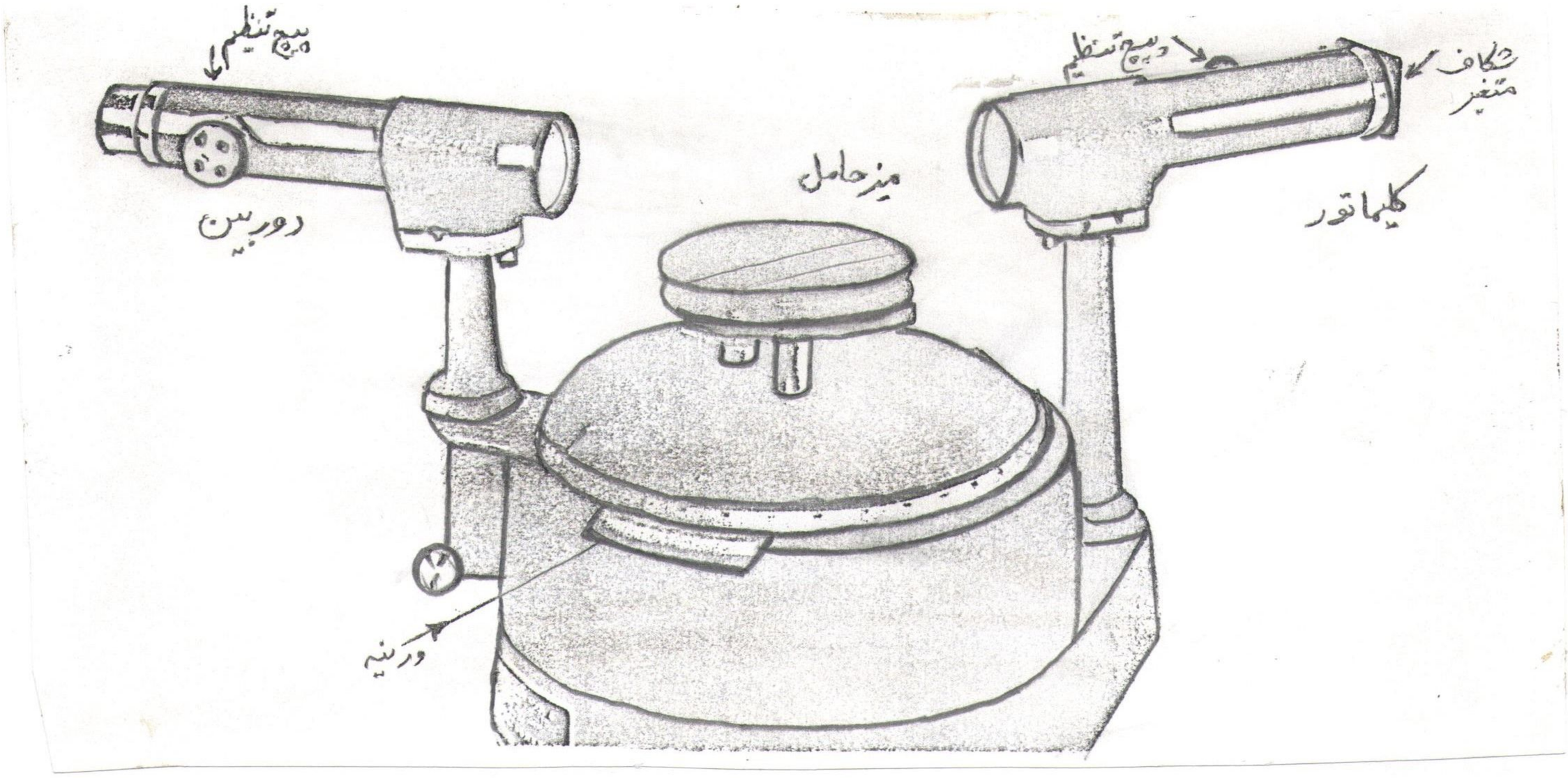
اسپکترومتر اسبابی است که برای اندازه گیری زوایای انحراف پرتوها در نتیجه تفـرق بوسـیله رزو ، یـا شکست بوسیله منشور بکار میرود . و از سه قسمت تشکیل شده است :

۱- کلیماتور که برای تهیه نور موازی از شکاف بکار میرود .
۲- میز منشور یا رزو .
۳- تلسکوپ برای رؤیت پرتوهای شکسته یا متفرق شده . تلسکوپ میتواند حول محور در مرکـز مـیز منشور دوران کند .

زاویه مربوط را به کمک خطکش مدور اصلی و ورنیه میتوان خواند . اسپکترومتر موجود در آزمایشـگاه دارای ورنیه ای است که بوسیله آن میتوانیم تا ۰/۵ دقیقه را به دقت اندازه گیری کنیم .

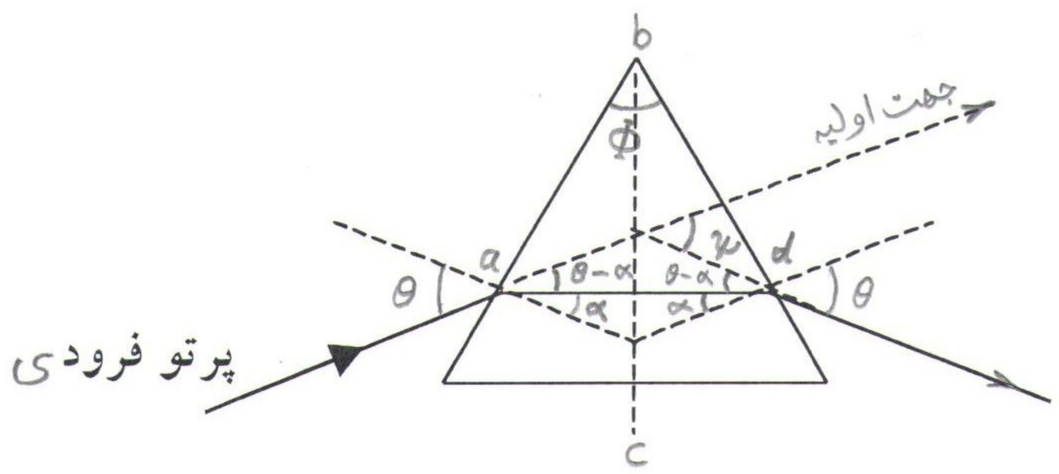
Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



تعیین ضریب شکست منشور

میخواهیم رابطه ای بین زاویه مینیمم انحراف و زاویه راس منشور با ضریب شکست منشور پیدا کنیم .ابتدا زاویه مینیمم انحراف را تعریف میکنیم : زاویه بین پرتو فرودی و خروجی را زاویه انحراف منشور گویند . و آنرا مینیمم انحراف گویند وقتی که : زاویه پرتو فرودی و خط عمودی با زاویه پرتو خروجی و خط عمودی مساوی باشد .



شکل (۱)

در شکل (۱) پرتو روی سطحی از یک منشور شیشه ای که در هوا قرار دارد فرود میآید . زاویه فرودی آن θ بگونه ای است که پرتو خروجی با خط عمود بر سطح دیگر منشور نیز زاویه ای مساوی θ میسازد .

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

میدانیم که : زاویه $\alpha = abc$

زیرا دو ضلع این دو زاویه بر هم عمودند بنا بر این : $\alpha = \frac{1}{2}\Phi$

زاویه انحراف ψ مساوی مجموع دو زاویه داخلی و غیر مجاور مثلث aed میباشد :

$$\psi = 2(\theta - \alpha)$$

پس از جایگزین نمودن $\frac{1}{2}\Phi$ به جای α داریـــم : $\theta = \frac{1}{2}(\psi + \Phi)$

θ زاویه فرودی و α زاویه شکست است ، طبق قانون شکست در نقطه a داریم :

$$\sin\theta = n\sin\alpha$$

که در آن n ضریب شکست شیشه نسبت به هوا میباشد .از معادلات فوق نتیجه میشود :

$$\sin\frac{\psi + \Phi}{2} = n\sin\frac{\Phi}{2}$$

$$n = \frac{\sin\frac{1}{2}(\psi + \Phi)}{\sin\frac{\Phi}{2}}$$

روش کار در آزمایشگاه

اندازه گیری زاویه راس منشور

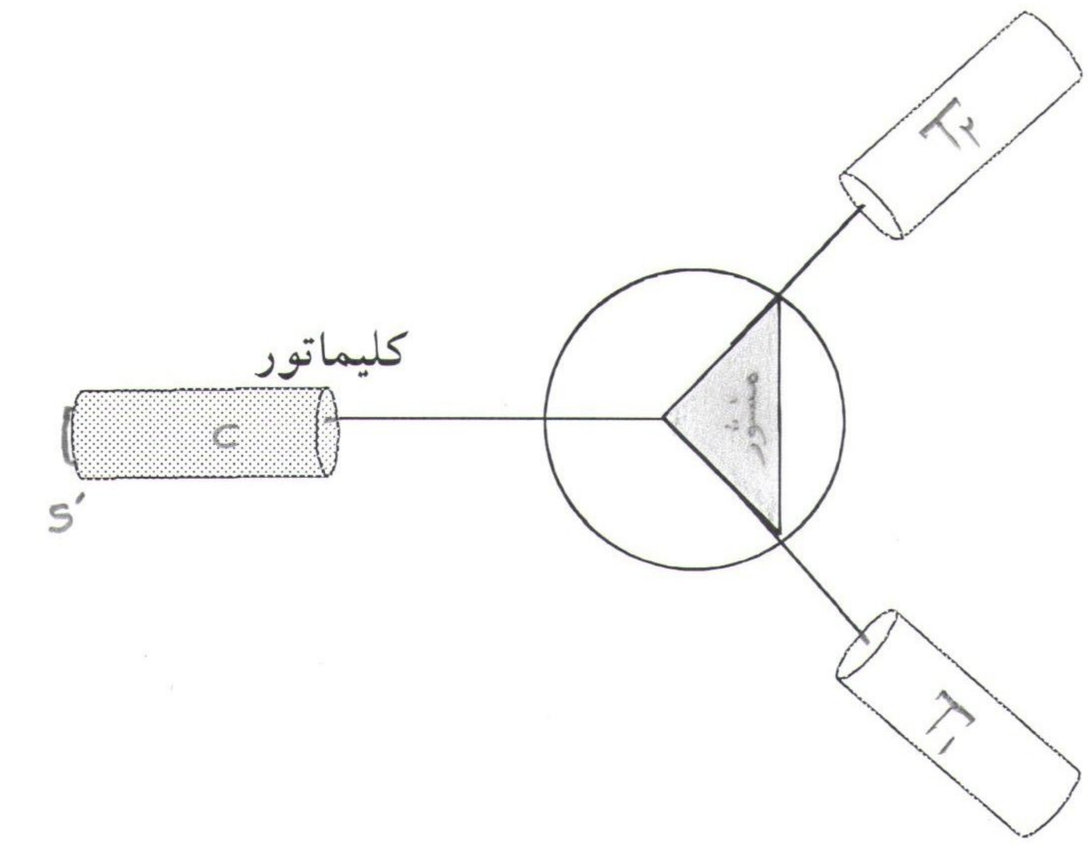
شکاف را تا آنجاکه ممکن است باریک کنید و تصویر آنرادراوضاع T_1 و T_2 دوربین (در شـــکل) بـا دقت بر خطوط موئی چشمی قرار دهید . پس از حصول این وضع زوایای مربوط به حالتـــهای فـوق را روی ورنیه ای که به دوربین متصل است بخوانید . این زوایا را به عنوان ψ_1 و ψ_2 ثبـت نمـائید اختلاف این زاویا دو برابر زاویه راس منشور است .

زاویه راس $\Phi = \frac{\psi_1 - \psi_2}{2}$

و یا(اگر از صفر رد شود) $\Phi = \frac{360 - \psi_1 + \psi_2}{2}$

Sample output to test PDF Combine only

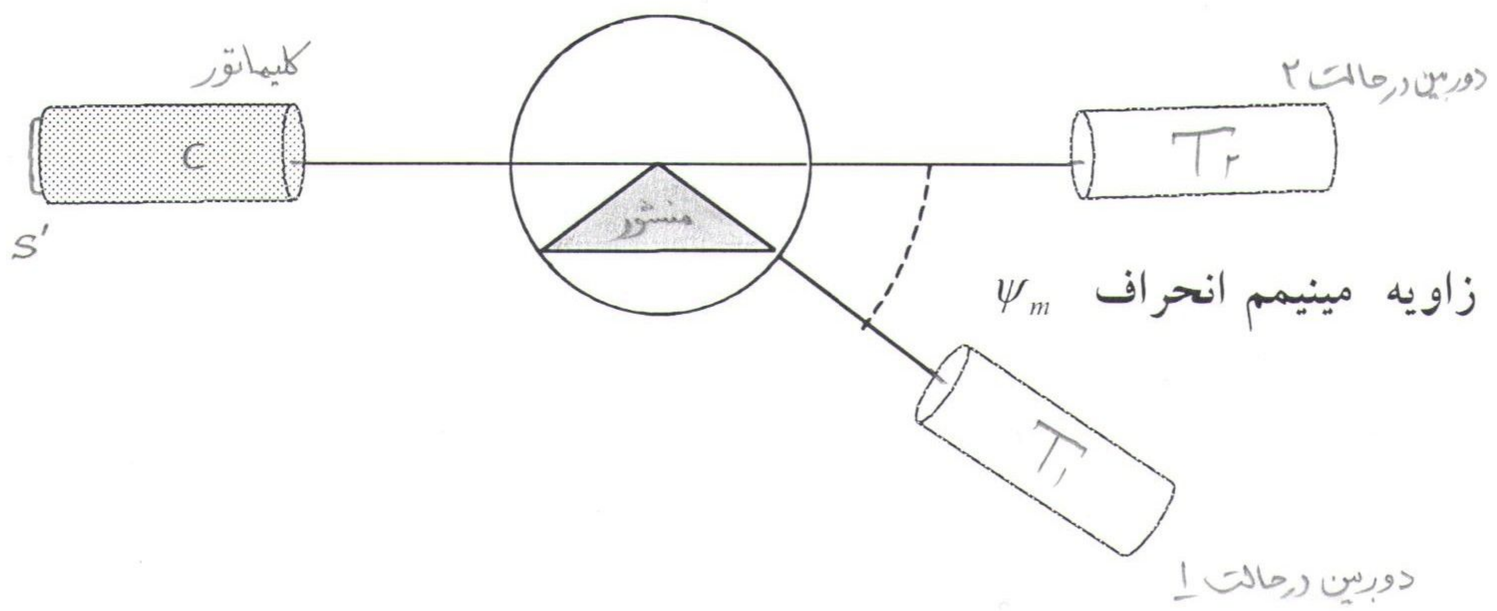
Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)



دوربین در حالت ۲

شکل (الف)

دوربین در حالت ۱



شکل (ب)

اندازه گیری زاویه مینیمم انحراف منشور و ضریب شکست شیشه آن :

بدون دست زدن به منشور حامل را بچرخانید تا مانند شکل (ب) نور از طریق دو وجـــهی کـه در راس مشترکند شکست پیدا کند . دوربین در حالت ۱

در این حالت اگر نور منبع از چند طول موج تشکیل شده بأشد آنرا بصورت تجزیه شده خواهید دیـد . می خواهیم برای یکی از طول موجها (مثلا نور سبز) مینیمم انحراف را پیدا کنیم . در این حالت حـامل منشور را به آهستگی بچرخانید و همزمان با دوربین نور سبز را تعقیب کنید تا مینیمم انحـــراف حـاصل شود.

Sample output to test PDF Combine only

Converted by PDF Combine Pro - (no stamps are applied by registered version)

یعنی در چنین حالتی نور سبز (با ادامه حرکت حامل) متوقف خواهد شد. و دیگر در جهتی که حرکت میکرد حرکت نخواهد کرد . در این حال رتیکول دوربین را بر نور سبز منطبق کنید و زاویه را توسط ورنیه متصل به دوربین بخوانید و در دفتر خود بعنوان ψ_1 یادداشت کنید .

برای نورهای زرد ، قرمز و بنفش نیز عین همین عمل را تکرار کرده و زاویه مینیمم انحراف را یادداشت نمائید . حال منشور را از روی حامل بردارید و دور بین را در امتداد کلیماتور قرار دهید ، رتیکول دوربین را بر شکاف منطبق نموده و زاویه را بعنوان ψ_2 یادداشت کنید. ψ_m را برای نورهای مختلف موجود در طیف نور منبع اصلی بدست آورده و در جدول یادداشت کنید .

ضریب شکست	$\psi_m = \psi_2 - \psi_1$	ψ_1	رنگ

حال از رابطه زیر n (ضریب شکست) را برای تمام رنگها بدست آورید.

$$n = \frac{\sin\frac{1}{2}(\psi + \Phi)}{\sin\frac{\Phi}{2}}$$

که در آن زاویه مینیمم انحراف و زاویه راس منشور را داریم .

Sample output to test PDF Combine only