

## دستور کار آزمایش دیوپترها

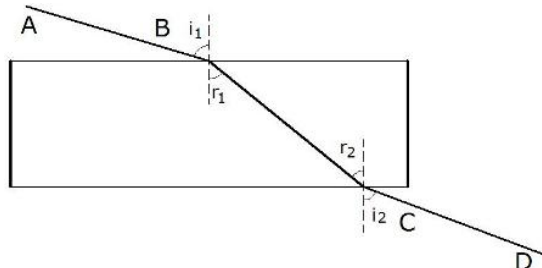
**هدف:** بررسی شکست و بازتاب نور در دیوپترهای متفاوت

**وسایل آزمایش:** پرتوافکن - دیسک هارتل - تیغه متوازی السطوح شفاف - نیم استوانه شفاف - نیم استوانه توخالی شفاف - مدل های عدسی همگرا و واگرا

**تئوری آزمایش**

### الف) شکست نور در تیغه های متوازی السطوح

همانطور که می دانید، هر گاه نور از محیط رقیق شفاف وارد محیط غلیظ شفاف شود، مشاهده می گردد که نور عبوری به داخل محیط غلیظ تر شکست پیدا کرده و به خط عمود نزدیکتری شود. در یک تیغه متوازی السطوح که به عنوان محیط غلیظ محسوب می گردد نور تابشی مطابق شکل (۱) شکست پیدا کرده و از آن خارج می شود.

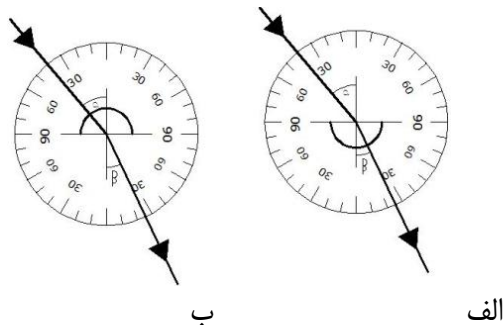


شکل (۱)

با توجه به زاویه تابش  $i_1$  و شکست  $r_1$  و همینطور زوایای  $r_2$  و  $i_2$  می توان نسبتهای  $\frac{\sin i_1}{\sin r_1}$  و  $\frac{\sin i_2}{\sin r_2}$  را که همان ضریب شکست تیغه است ( $n$ ) بدست آورد.

### ب) شکست نور در نیم استوانه شفاف

اگر به یک نیم استوانه شفاف مطابق شکل (۲-الف) پرتو تابشی را تحت زوایای مختلف بتابانیم پرتو شکست و خروجی از قسمت منحنی بر هم منطبق خواهند بود (چرا؟). اگر زاویه تابش را  $i$  و زاویه شکست را  $r$  بنامیم، نسبت  $\frac{\sin i}{\sin r}$  ضریب شکست نیم استوانه  $n$  می باشد.



### شکل (۲)

اگر جهت پرتو تابش را عکس کنیم، یعنی از قسمت منحنی، پرتو تابش را مطابق شکل (۲-ب) بتابانیم، پرتو تابشی بدون شکست وارد و پرتو خروجی شکست پیدا می کند. اگر زاویه پرتو تابشی با خط قائم را به تدریج زیاد کنیم، تحت یک زاویه خاص زاویه پرتو شکست ۹۰ درجه می شود، در این حالت زاویه پرتو تابشی را زاویه حد گویند که معمولاً با C نشان می دهند. اگر زاویه پرتو تابشی از زاویه حد بزرگتر شود، برای پرتو خروجی چه حالتی را خواهیم داشت؟ اگر نیم استوانه تو خالی در دسترس باشد و آن را با مایعی پر کنید، براحتی می توان با رابطه فوق ضریب شکست مایع را محاسبه کرد.

### ج) عدسیهای مرکب

برای یک عدسی همگرا نقطه ای وجود دارد که همه پرتوهای تابشی موازی محور اصلی عدسی در آن نقطه جمع می گردند، این نقطه را کانون حقیقی عدسی f نامند، زیرا محل تجمع پرتوهای شکست است. و برای یک عدسی واگرا نقطه ای وجود دارد که امتداد پرتوهای شکست حاصل از پرتوهای تابشی موازی محور اصلی در آن نقطه جمع می گردند. این نقطه را کانون مجازی عدسی گویند. زیرا امتداد پرتوهای شکست نقطه کانونی را تشکیل می دهند. توانایی یک عدسی را در همگرا و یا واگرا کردن پرتوهای تابشی را توان عدسی گویند که بنا به تعریف عبارتست از عکس فاصله کانونی، و واحد اندازه گیری آن دیوپتر می باشد. توان یک عدسی همگرا مثبت و توان یک عدسی واگرا منفی است.

$$D = \frac{1}{f} \quad (۱)$$

مجموعه چند عدسی نازک و به هم چسبیده را عدسی مرکب گویند. توان یک عدسی مرکب برابر با مجموع توان های عدسیهای تشکیل دهنده آن است.

$$D = D_1 + D_2 + \dots \quad (۲)$$

### روش آزمایش

#### الف) ضریب شکست تیغه متوازی السطوح

پرتو افکن را روشن کرده و روی ریل قرار دهید، سپس عدسی همگرای (+۱۰) را برای موازی سازی پرتوها درمقابل آن قرار دهید. سپس دیسک نوری را طوری که شیب پایه آن به سمت عدسی باشد روی ریل قرار دهید. تیغه متوازی السطوح را طوری روی دیسک نوری قرار دهید که مماس بر راستای یکی از قطرهای دیسک قرار گیرد. پایه اسلاید را بین دیسک نوری و عدسی قرار داده و تک شکافی روی آن طوری تنظیم کنید تا پرتو تابشی در راستای قطر دیگر دیسک نوری عمود بر تیغه بتابد. در این حالت راستای پرتو تابشی، شکست و خروجی یکسان بوده و هیچ انحرافی مشاهده نمی شود. اکنون صفحه کاغذ نازکی ( بطوری که خطوط دیسک از روی آن دیده شود) روی دیسک قرار دهید تیغه را روی آن مطابق قبل بگذارید. سپس دور تیغه را خط بکشید، و دیسک را بچرخانید تا پرتو تابش با خط عمود زاویه  $i_1$  بسازد، در این حالت مشاهده می شود که پرتو شکست

با امتداد عمود زاویه  $r_1$  را می سازد، و پرتو خروجی نیز با پرتو تابشی هم راستا است. امتداد پرتو تابش را روی کاغذ با دو نقطه A و B و همینطور امتداد پرتو خروجی را با دو نقطه C و D علامت گذاری کنید. محل رسیدن پرتو به متوازی السطوح را روی کاغذ با X و محل خروج را با Y مشخص کنید. تیغه را بردارید و زاویه های پرتو تابش (AB)، زاویه پرتو خروجی (CD) به ترتیب با  $i_1$  و  $i_2$  و پرتو شکست را (مطابق شکل ۱)  $r_1$  و  $r_2$  اندازه بگیرید، و جدول (۱) را پر کنید.

شماره آزمایش	زاویه تابش $i$	زاویه شکست $r$	$\sin i$	$\sin r$	$n$
۱					
۲					
۳					

جدول (۱)

### ب) ضریب شکست مایع و زاویه حد با نیم استوانه شفاف

در این قسمت ابتدا ضریب شکست نیم استوانه شفاف را محاسبه، سپس زاویه حد آن را اندازه گیری می کنیم. برای این کار ابتدا پرتوافکن را روی ریل قرار داده و روشن کنید. عدسی همگرای (+۱۰) را مقابل پرتو افکن قرار دهید. دیسک نوری را روی ریل طوری قرار دهید که شیب پایه آن به طرف عدسی باشد. اسلاید تک شکافی بین دیسک و عدسی قرار داده و سپس نیم استوانه شفاف را طوری روی دیسک نوری قرار دهید که مرکز آن بر مرکز دیسک و قطر آن بر یکی از قطرهای دیسک قرار گیرد، و قسمت تخت آن مقابل پرتو تابشی باشد. اکنون پرتو تابشی را طوری تنظیم کنید تا پرتو تابشی و خروجی بر هم منطبق باشد. سپس دیسک نوری را بچرخانید و در حالت های مختلف زاویه تابش  $i$  و شکست  $r$  را اندازه گرفته و جدول (۲) را کامل کنید:

شماره آزمایش	زاویه تابش $i$	زاویه شکست $r$	$\sin i$	$\sin r$	$n$
۱					
۲					
۳					

جدول (۲)

برای بررسی زاویه حد، ترکیب آزمایش قبلی را به هم نزنده و فقط نیم استوانه را این بار طوری قرار دهید که قسمت منحنی آن به سمت منبع نور باشد. ابتدا نیم استوانه را طوری تنظیم کنید که پرتو تابشی و خروجی بر هم منطبق باشند. سپس با چرخاندن دیسک زاویه پرتوهای تابشی را تغییر دهید و در جدول (۳) زاویه شکست اندازه گیری شده را یادداشت کنید. زاویه حد نیم استوانه چه اندازه است؟

$i$	0	10	20	30	40	
$r$						90

جدول (۳)

زاویه تابش را بیشتر از زاویه حد کنید و مشاهدات خود را یادداشت نمایید. برای محاسبه ضریب شکست مایعات با استفاده از نیم استوانه تو خالی آزمایشی مطابق آزمایش ضریب شکست نیم استوانه شفاف ترتیب دهید، اما به جای نیم استوانه از نیم استوانه تو خالی که با مایع (آب، الکل، گلیسرول و ..... ) پر شده استفاده کنید و جدول (۴) را کامل کنید.

شماره آزمایش	زاویه تابش $i$	زاویه شکست $r$	$\sin i$	$\sin r$	$n$
۱					
۲					
۳					

جدول (۴)

### ج) بررسی فاصله کانونی عدسی ها و ترکیب آنها

پرتو افکن را روی ریل قرار داده و روشن کنید. در مقابل آن عدسی همگرای (+۱۰) را قرار دهید. سپس دیسک نوری را طوری روی ریل قرار دهید که شیب پایه آن به سمت پرتو افکن باشد. اسلاید تک شکافی را بین عدسی و دیسک قرار دهید. عدسی همگرا را طوری روی دیسک قرار دهید که یکی از قطرهای دیسک بر محور اصلی عدسی منطبق شود. یک پرتو به موازات محور عدسی بتابانید، محل تقاطع پرتو شکست و محور عدسی، کانون آن است، آن را اندازه گرفته و یادداشت کنید. حال یک پرتو طوری به عدسی بتابانید که از کانون آن بگذرد، در این صورت پرتو شکست چگونه است؟

اسلاید تک شکاف را برداشته و اسلاید سه شکاف را قرار دهید، پرتوهای تابشی را طوری تنظیم کنید که موازی محور عدسی باشند، در این حالت نیز فاصله کانونی را اندازه گیری کنید. تمام آزمایش های فوق را برای عدسی واگرا انجام دهید، در این حالت ابتدا یک کاغذ نازک روی دیسک قرار دهید، و پرتوهای تابشی و شکست مشاهده شده را روی آن رسم کنید. با رسم پرتوهای شکست و پیدا کردن محل تلاقی امتداد آنها با محور عدسی می توانید، فاصله کانونی عدسی واگرا را پیدا کنید. پس از پیدا کردن فواصل کانونی عدسی های موجود، با روش های آزمایش های فوق، فاصله کانونی ترکیب های متفاوت عدسی های موجود را اندازه گیری (رابطه ۱) و در هر حالت مسیر پرتوهای شکست و فرودی را رسم کنید (به عنوان مثال، یک بار یک عدسی محدب و یک عدسی مقعر را با هم و یک بار دو عدسی مقعر را با هم ترکیب کنید).