

# اثر رسانش نوری

## ۱ اهداف آزمایش

- ۱) اندازه‌گیری جریان نوری  $I_{ph}$  به عنوان تابعی از ولتاژ  $U$  در تابش ثابت  $\Phi$
- ۲) اندازه‌گیری جریان نوری  $I_{ph}$  به عنوان تابعی از تابش در ولتاژ ثابت  $U$
- ۳) بررسی اثر طول موج نور تابشی بر جریان نوری  $I_{ph}$

## ۲ تئوری آزمایش

در اثر جذب نور هدایت الکتریکی یک جسم جامد نیمرسانا افزایش می‌یابد، این خصوصیت به هدایت نوری موسوم است. علت اصلی این پدیده افزایش تعداد حاملهای بار در اثر جذب نور می‌باشد. اگر یک ماده نیمرسانا در معرض تابش نور قرار گیرد و انرژی فوتونها،  $h\nu$ ، برابر یا بزرگتر از گاف انرژی نیمرسانا،  $E_g$ ، باشد یک الکترون با جذب فوتون از نوار ظرفیت به نوار هدایت رفته و در نتیجه این فرآیند یک زوج الکترون-حفره ایجاد می‌شود.

اگر شار فوتون فرودی  $F_{ph}$  باشد و از اثر بازتاب سطحی صرف‌نظر کنیم آهنگ تولید زوجهای الکترون-حفره،  $G_L$ ، به صورت تابعی از نفوذ سطحی طبق رابطه زیر بدست می‌آید

$$G_L = \alpha F_{ph} e^{-\alpha x} \quad (1)$$

که در آن  $\alpha$  ضریب جذب فوتون توسط نیمرسانا در واحد طول است که به طول موج فوتون بستگی دارد و  $x$  عمق نیمرسانا است. بنابراین اگر ضخامت نیمرسانا به بزرگی  $l$  باشد، تعداد الکترون،  $\Delta n$ ، ویا حفره،  $\Delta p$ ، تولید شده برابر است با

$$\Delta n = \Delta p = \int_0^L G_L dx = F_{ph}(1 - e^{-\alpha l}) \quad (2)$$

و تغییر هدایت نیمرسانا،  $\Delta\sigma$  عبارت خواهد بود از

$$\Delta\sigma = \Delta p \cdot e \cdot \mu_p + \Delta n \cdot e \cdot \mu_n \quad (3)$$

که  $\mu_p$  و  $\mu_n$  به ترتیب تحرک الکترونها و حفرهها و  $e$  بار الکترون است. اگر ولتاژ  $U$  به مقاومت نوری به طول  $d$  اعمال شود جریان نوری،  $I_{ph}$ ، برابر خواهد بود با

$$I_{ph} = \frac{A}{d} \cdot \Delta\sigma \cdot U \quad (4)$$

که  $A$  سطح مقطع عبور جریان است.

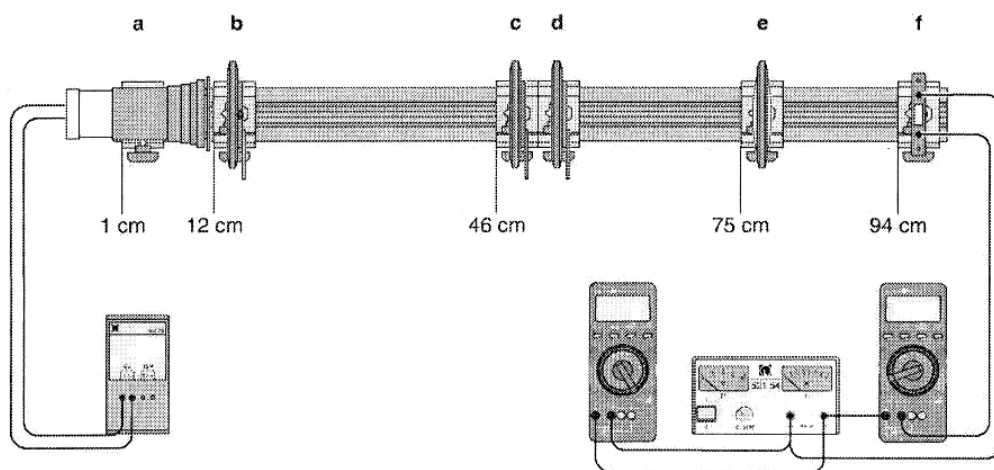
مقاومت‌های نوری کاربردهای گسترده‌ای در ساخت کلیدهای نوری و نورسنجها دارد. مواد نیمرسانا که عموماً در ساخت این ادوات بکار می‌رود ترکیبهای کادمیم به ویژه سولفید کادمیم (CdS) می‌باشد.

## ۳ روش آزمایش

در این آزمایش برای کنترل تابش نور از دو پلاریزور استفاده می‌شود به طوری که تابش خروجی از این دو پلاریزور برابر است با

$$\Phi = \Phi_0 \cdot D \cdot \cos^2 \alpha \quad (5)$$

که  $D$  ضریب عبور است وقتی که صفحات پلاریزاسیون موازی باشد،  $\Phi_0$  شدت تابش بدون حضور پلاریزورها و  $\alpha$  زاویه بین دو پلاریزور است.



شکل (۱)

- برای انجام آزمایش ابتدا مدار ایتیکی شکل (۱) را بر اساس اندازه‌های داده شده ببندید. سعی کنید ادوات ایتیکی کاملاً به صورت هم‌محور قرار گیرد. سپس مراحل زیر را انجام دهید.
- (۱) لامپ را به منبع ۶ ولت وصل کنید.
  - (۲) طوری لامپ را تنظیم کنید که فیلامان آن به صورت عمودی بر مقاومت نوری منطبق گردد.
  - (۳) عدسی‌ها را طوری قرار دهید که تحدب آن به سمت لامپ باشد و با استفاده از آن نور لامپ را روی مقاومت نوری متمرکز کنید.
  - (۴) دو پلاریزور را طوری قرار دهید که زاویه بین صفحات آنها صفر باشد و شکاف تنظیم‌شونده را به اندازه ۲ میلیمتر باز کنید.
  - (۵) تابش بر روی مقاومت نوری را کنترل کرده و در صورت لزوم مدار را دوباره تنظیم کنید.
  - (۶) شکاف تنظیم‌شونده را کاملاً ببندید.
  - (۷) منبع ولتاژ DC را وصل کنید و ولتمتر و آمپرتر را در مدار قرار دهید.
  - (۸) منبع ولتاژ را روی حالت ۲۰ ولت قرار دهید.

$\frac{U}{V}$	$\frac{I_{ph}}{mA} (0^\circ)$	$\frac{I_{ph}}{mA} (30^\circ)$	$\frac{I_{ph}}{mA} (60^\circ)$	$\frac{I_{ph}}{mA} (90^\circ)$
20				
18				
16				
14				
12				
10				
8				
6				
4				
2				

جدول ۱:

۹) شکاف تنظیم‌شونده را باز کنید به طوری که جریان به حدود ۹mA برسد و از این به بعد دهانه شکاف را تغییر ندهید.

احتیاط!

مقاومت نوری بر اثر بار زیاد خراب می‌شود، بنابراین سعی کنید که جریان در ولتاژ ۲۰ ولت از ۱۰mA بیشتر نشود و برای از بین رفتن تاثیر تابشهای اطراف روی مقاومت نوری محل آزمایش را به اندازه کافی تاریک کنید در حدی که بتوان وسایل اندازه‌گیری را قرائت کرد و در این حالت سعی کنید شدت نور اطراف تغییر نکند.

الف) اندازه‌گیری جریان نوری  $I_{ph}$  به عنوان تابعی از ولتاژ  $U$  در تابش ثابت  $\Phi$

۱- مسیر نور را توسط یک مانع مسدود کنید و شدت  $I$  را قرائت کنید.

۲- از ۲۰ ولت شروع کنید و ولتاژ  $U$  را با فاصله‌های ۲ ولتی تا صفر کاهش دهید و جریانهای  $I_{ph}$  را قرائت کنید و جدول (۱) را تکمیل کنید.

۳- مراحل قبل را برای  $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$  تکرار کنید.

۴- با استفاده از جدول (۱) منحنی‌های جریان  $I_{ph}$  نسبت به  $U$  را برای تابشهای مختلف بر روی یک نمودار رسم کنید.

از نمودار رسم شده چه نتیجه اساسی گرفته می‌شود؟

ب) اندازه‌گیری جریان نوری  $I_{ph}$  به عنوان تابعی از تابش در ولتاژ ثابت  $U$

۱- ولتاژ را روی  $20^\circ$  ولت تنظیم کنید و با مسدود کردن مسیر نور شدت جریان  $I$  را دوباره اندازه‌گیری کنید.

۲- زاویه  $\alpha$  را از صفر با فاصله‌های  $10^\circ$  درجه‌ای تا  $90^\circ$  درجه افزایش دهید و  $I_{ph}$  را اندازه‌گیری کنید و جدول (۲) را تکمیل نمایید.

۳- اندازه‌گیری قبل را برای  $1^\circ$  ولت و  $10^\circ$  ولت تکرار کنید و بقیه جدول (۲) را تکمیل نمایید.

۴- با استفاده از جدول (۲) منحنی‌های جریان نوری  $I_{ph}$  نسبت به  $\cos^2 \alpha$  را برای زوایای مختلف بر روی یک نمودار رسم کنید.

نتایج قابل مشاهده در این نمودارها را بیان کنید.

ج) تعیین حساسیت مقاومت نوری به فرکانس نور

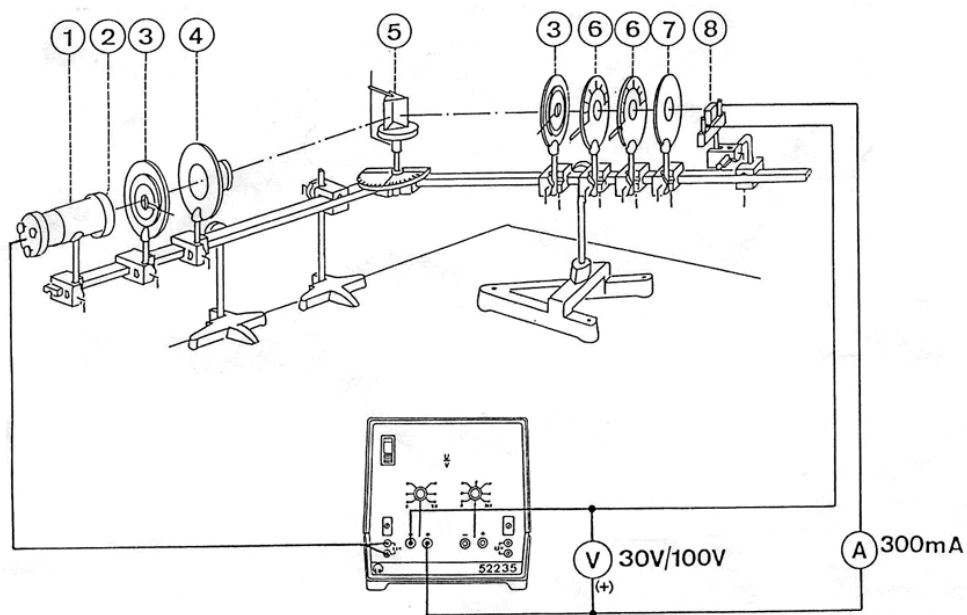
۱- مدار را مطابق شکل (۲) ببندید.

۲- توسط منشور نور سبز را بر روی مقاومت نوری تنظیم کنید.

۳- مطابق روش قسمت (الف)، برای  $\alpha = 0^\circ$  آزمایش را انجام دهید و ستون دوم جدول (۳) را تکمیل کنید.

۴- مراحل (۲) و (۳) را برای بقیه رنگهای طیف تکرار کنید و بقیه جدول (۳) را تکمیل نمایید.

اکنون منحنی‌های جریان  $I_{ph}$  نسبت به  $U$  را بر روی یک نمودار رسم کنید. نتایج آزمایش چه واقعیتی را نشان می‌دهد.



شکل (۲)

$\alpha$	$\frac{I_{ph}}{mA}(20V)$	$\frac{I_{ph}}{mA}(10V)$	$\frac{I_{ph}}{mA}(1V)$
0°			
10°			
20°			
30°			
40°			
50°			
60°			
70°			
80°			
90°			

جدول ۲:

$\frac{U}{V}$	$\frac{I_{ph}}{mA}$ آبی	$\frac{I_{ph}}{mA}$ سبز	$\frac{I_{ph}}{mA}$ زرد	$\frac{I_{ph}}{mA}$ قرمز
۲۰				
۱۸				
۱۶				
۱۴				
۱۲				
۱۰				
۸				
۶				
۴				
۲				

جدول ۳: