



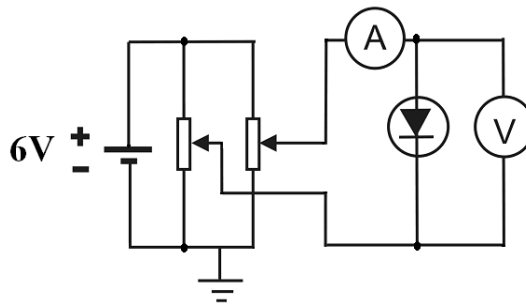
Fizyka 3.3

I. DIODA ELEKTROLUMINESCENCYJNA

Cel ćwiczenia : Pomiar charakterystyk elektrycznych diod elektroluminescencyjnych.

1. Układ pomiarowy – zasada pomiaru

W ćwiczeniu wykonuje się pomiary charakterystyk prądowo - napięciowych (I-V) diod LED w układzie przedstawionym na rys.1.



Rys.1.Układ do pomiaru charakterystyk I-V diody LED.

2. Zadania do wykonania

Pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych diod LED świecących w zakresie widzialnym

- Połączyć układ pomiarowy według schematu przedstawionego na rys.1.(Na schemacie nie zaznaczono, że woltomierz i amperomierz są podłączone do komputera i pomiary można wykonać przy użyciu programu komputerowego PCHARAK).
- Sprawdzić wartość napięcia ustawionego na zasilaczu podłączonym do układu pomiarowego (6V)
- Zmierzyć charakterystyki prądowo-napięciowe diody LED w zakresie :
 - dla polaryzacji zaporowej: dla napięć $U \leq 4V$;
 - dla polaryzacji w kierunku przewodzenia: dla prądów $I \leq 25 \text{ mA}$

- d) Zaobserwować i zanotować dla jakich wartości prądu i napięcia, oraz przy jakiej polaryzacji diody zaczynają świecić (jedna z diod świeci w podczerwieni, można ją zaobserwować korzystając z kamery CCD np. w telefonie komórkowym).

3. Opracowanie wyników

1. Narysować charakterystyki (wykresy punktowe) prądowo-napięciowe, osobno dla każdej mierzonej diody LED. Następnie obliczyć i zaznaczyć na wykresach niepewności pomiaru dla prądu $u(I) = \frac{\text{dokładność pomiaru prądu}}{\sqrt{3}}$ i napięcia $u(U) = \frac{\text{dokładność pomiaru napięcia}}{\sqrt{3}}$, korzystając z formuł podanych w instrukcjach do multimetrów.

2. Wyznaczyć wysokości barier potencjału V_{bi} dla każdej z mierzonych diod z przecięcia osi napięcia z przedłużeniem prostej najlepiej dopasowanej do charakterystyki w zakresie dużych napięć:

$$V_{bi} = -\frac{b}{a}$$

gdzie a i b – współczynniki regresji w równaniu $y = ax + b$. Obliczyć niepewność pomiaru potencjału wbudowanego, korzystając z niepewności wynikających z regresji liniowej Δa i Δb :

$$u(V_{bi}) = \sqrt{\left[\frac{b}{a^2} \Delta a\right]^2 + \left[\frac{1}{a} \Delta b\right]^2}$$

3. Korzystając z charakterystyk I-V, obliczyć oporności szeregowe (R_S) poszczególnych diod. Znając równanie prostej $y = ax + b$ (aproksymującej punkty charakterystyki I-V w zakresie dużych napięć) $R_S = \frac{1}{a}$, gdzie a – współczynnik kierunkowy prostej.

Wyznaczyć niepewność pomiaru oporności szeregowej:

$$u(R_S) = \frac{\Delta a}{a^2}$$

4. Dla każdej diody LED obliczyć wartość energii wzbronionej półprzewodnika, z którego została wykonana, korzystając z zależności $E_g = hc/\lambda$, gdzie h – stała Plancka, c – prędkość światła w próżni, λ – długość fali odpowiadająca maksimum zdolności emisyjnej diody LED. Wartości λ dla badanych diod LED są podane w poniższej tabeli:

kolor diody	λ_{\max} [nm]
niebieska	485
żółto-zielona	565
pomarańczowa	615
czerwona	650
podczerwona	920

5. Porównać obliczone wartości przerw wzbronionych z potencjałem wbudowanym wyznaczonym w p.p. 2 (tzn. sprawdzić czy wartość E_g jest zbliżona do eV_{bi}).

6. Narysować charakterystyki $\ln I = f(V)$ dla każdej z mierzonych diod, przy czym prąd wyrazić w [A] a napięcie w [V] (uwaga: w programie komputerowym wartości prądu i napięcia podane są odpowiednio w [mA] i [mV]). Liniową część charakterystyk aproksymować prostą $y = ax + b$. Znając współczynniki kierunkowe prostych, obliczyć współczynniki idealności n dla poszczególnych diod, korzystając ze wzoru:

$$n = \frac{q}{k_B T \cdot a},$$

gdzie $a = \frac{d(\ln I)}{dV}$, k_B – stała Boltzmana. Przyjąć $T=300$ K. Obliczyć niepewność pomiaru współczynnika idealności ze wzoru:

$$u(n) = \frac{q}{k_B T} \frac{\Delta a}{a^2}$$