



# LII OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

### CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

<b>Nazwa zadania</b>	Wyznaczanie zależności natężenia światła emitowanego przez diodę od natężenia płynącego przez nią prądu
<b>Rok</b>	2002/2003
<b>Źródło</b>	Komitet Główny Olimpiady Fizycznej; Andrzej Wysmołek, sekretarz naukowy ds. zad. dośw. KGOF, IFD UW; A. Wysmołek: Fizyka w Szkole nr 1, 2003; T.M. Molenda, IF US, <a href="http://www.OF.szc.pl">www.OF.szc.pl</a> .

---

#### Zadanie D3 - LII OF, I stopień.

Masz do dyspozycji:

- dwie identyczne diody świecące,
- żaróweczkę z oprawką,
- źródło prądu o napięciu regulowanym w zakresie  $0\text{ V} - 5\text{ V}$ , umożliwiające zasilanie diod oraz żaróweczki,
- opornik o znanej oporności (np.  $100\ \Omega$ ),
- woltomierz o dużej oporności wewnętrznej (np. multimetr cyfrowy),
- przewody elektryczne z końcówkami, uchwyty, podstawki itp. elementy umożliwiające odpowiednie zamocowanie żaróweczki i diod,
- linijkę lub taśmę mierniczą,
- papier milimetry.

Podłączając jedną z diod bezpośrednio do woltomierza zauważysz, że po zbliżeniu jej do świecącej żaróweczki, na diodzie pojawi się napięcie. Podobny efekt zaobserwujesz jeśli użyjesz jako źródła światła drugiej diody.

Wyznacz zależność natężenia światła emitowanego przez diodę od natężenia płynącego przez nią prądu. Pomiary natężenia światła emitowanego przez diodę wykonaj dla możliwie szerokiego zakresu natężeń prądów płynących przez diodę, nie przekraczając jednak wartości maksymalnej natężenia prądu podanej przez producenta. Wynik przedstaw na wykresie. Natężenie światła  $I$  wyraż w jednostkach względnych przyjmując  $I_0 = 1$  dla maksymalnej wartości prądu płynącego przez diodę.

Wskazówka!

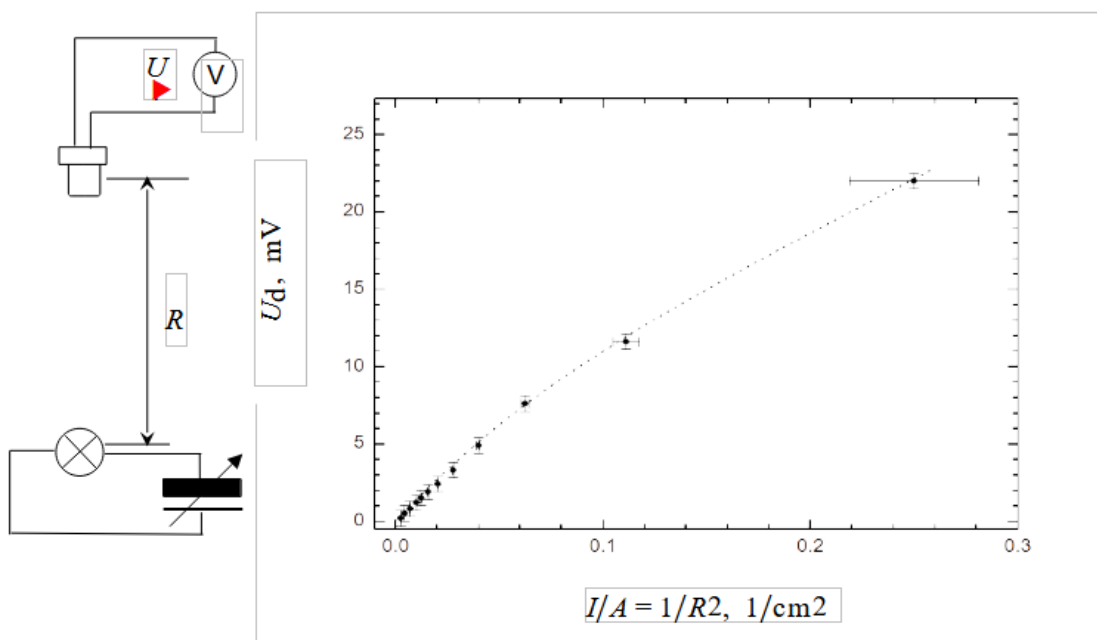
Można przyjąć, że w odległości  $R$  od żarówki, znacznie większej od jej rozmiarów, natężenie emitowanego przez nią światła jest proporcjonalne do  $1/R^2$ .

**Rozwiązanie zadania D3 - LII OF, I stopień.**

Do wyznaczenia zależności natężenia światła emitowanego przez diodę od natężenia płynącego przez nią prądu potrzebny jest „wyskalowany” detektor. Można do tego celu użyć jednej z diod świecących. Jej skalowanie można przeprowadzić badając napięcie generowane na diodzie po oświetleniu jej światłem z żaróweczki. Zgodnie, ze wskazówką zawartą w treści zadania, można przyjąć, że natężenie światła emitowanego przez żaróweczkę jest odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości od niej, tzn.  $I = A/R^2$ , gdzie  $A$  – pewna stała. Zatem, jeśli zmierzmy zależność napięcia na diodzie dla różnych odległości od żarówki, to uzyskamy jednocześnie zależność tego napięcia, od natężenia padającego na diodę światła. Wykonując doświadczenie, należy zadbać, by minimalna odległość między żaróweczką i diodą nie była zbyt mała, tak aby przyjęte założenia o zależności natężenia światła od odległości były spełnione.

Układ pomiarowy został schematycznie przedstawiony na Rys. 1. Diodę łączymy bezpośrednio z woltomierzem. Zmieniając odległość diody od włókna żaróweczki, notujemy wartości napięcia powstającego na diodzie. Napięcie zasilania żaróweczki dobieramy tak, aby nie przekroczyło jej napięcia znamionowego. Pomiar wykonujemy w zaciemnionym pokoju, dbając o to aby światło rozproszone nie docierało do diody. Staramy się też, by nie zmieniać kierunku padania światła na diodę.

Wyniki pomiarów przedstawione są na Rys. 2. Nie dostarczają one informacji o bezwzględnej wartości natężenia światła  $I$ , a jedynie o wielkości do niego proporcjonalnej (tzn.  $I/A$ ). Nie ma to jednak większego znaczenia, gdyż w zadaniu wymagane jest wyznaczenie zależności w jednostkach względnych. Ważne jest jedynie, aby zakres napięć generowanych na diodzie-detektorze przy oświetlaniu jej żarówką obejmował napięcia jakie uzyskuje się przy oświetlaniu jej drugą diodą.



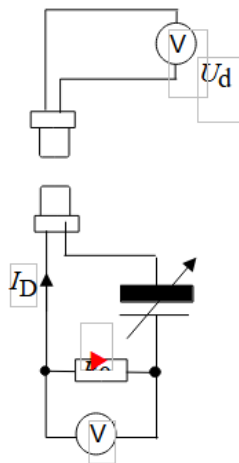
Rys. 1

Rys. 2

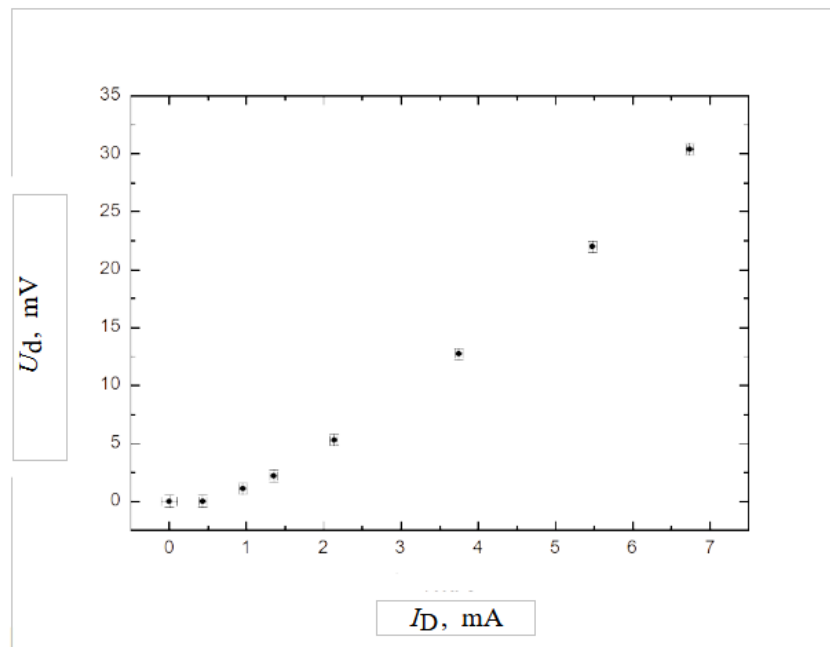
Następnym etapem rozwiązania zadania jest pomiar napięcia generowanego na diodzie-detektorze przy oświetlaniu jej drugą diodą (emiterem). W tym celu umieszczamy diody tak aby przy ustalonym prądzie zasilającym diodę-emiter, uzyskać maksymalne napięcie na diodzie-detektorze (Rys. 3).

Natężenie prądu  $I_D$  płynącego przez diodę-emiter, wyznaczamy z pomiaru napięcia na oporniku  $R_0$  (np.  $100 \Omega$ ), połączonym szeregowo z diodą (Rys. 3). Pewną trudność stanowi tu konieczność mierzenia na przemian napięcia na diodzie i oporniku  $R_0$ . Przy przełączaniu woltomierza należy dbać o to, by nie zmieniać wzajemnego ułożenia diod. Przykładowe wyniki pomiarów zależności  $U_d$  od natężenia prądu diody-emitera  $I_D$  przedstawione są na Rys. 4.

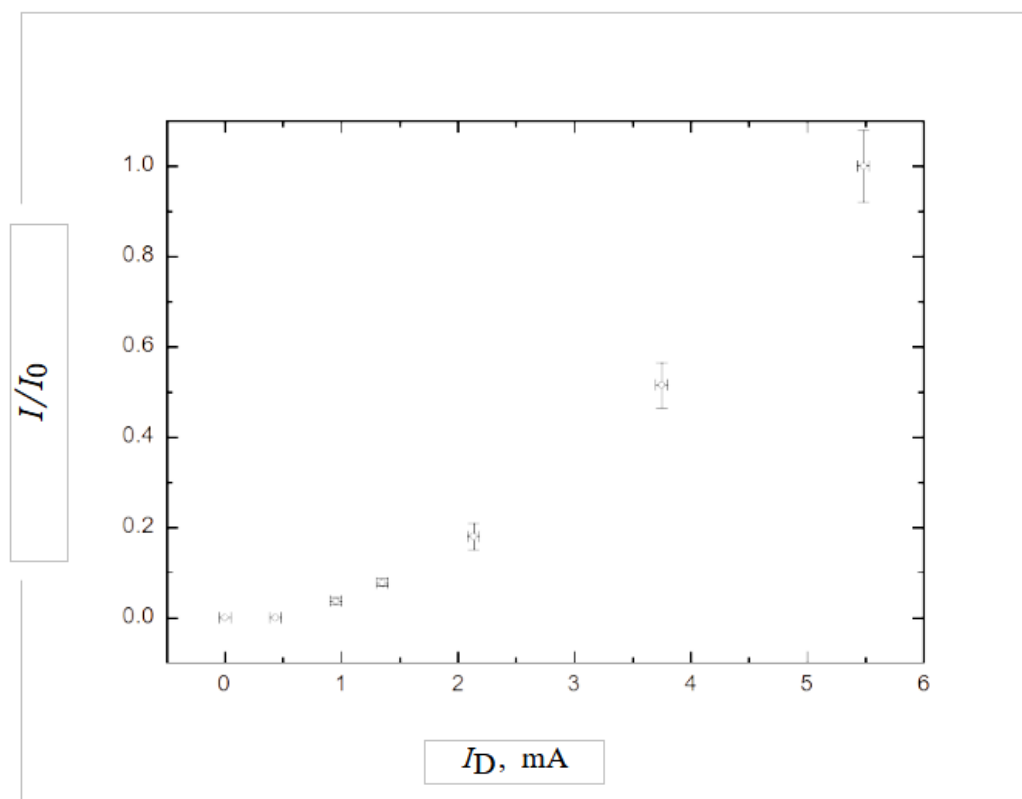
Ostatnim etapem rozwiązania zadania jest porównanie napięć uzyskanych przy oświetleniu diody-detektora żarówką i drugą diodą. Każdemu prądowi  $I_D$  płynącemu przez diodę-emiter można przypisać wartość napięcia generowanego na diodzie-detektorze (czy to korzystając bezpośrednio z danych pomiarowych, czy też z wykresu przedstawionego na Rys. 4). Następnie, używając wykresu przedstawionego na Rys.2, każdej ze zmierzonych wartości  $U_d$  można, przypisać (wykorzystując interpolację) wartość natężenia światła (dokładniej, wartość  $I/A$ ). Odczytane w ten sposób wartości  $I/A$  należy podzielić przez wartość odpowiadającą maksymalnemu prądowi zmierzonemu w doświadczeniu. Wtedy, maksymalnej wartości prądu płynącego przez diodę odpowiada natężenie jednostkowe. Przykładową zależność uzyskaną w ten sposób przedstawiono na Rys. 5.



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

Niepewność wyznaczenia poszczególnych punktów pomiarowych wynika głównie z niepewności określenia natężenia oświetlenia z Rys. 2 oraz z dokładności wyznaczenia prądu płynącego przez diodę-emiter.

### Punktacja

- |   |        |
|---|--------|
| Pomysł użycia diody świecącej jako detektora  | 2 pkt. |
| Wyznaczenie zależności napięcia generowanego na diodzie od odległości od żarówki (zmontowanie układu pomiarowego, wykonanie pomiarów, wykonanie wykresu w odpowiedniej skali)             | 6 pkt. |
| Pomiar napięcia generowanego na diodzie po oświetleniu jej drugą diodą (zmontowanie układu pomiarowego, wykonanie pomiarów, wykonanie wykresu lub skorzystanie z tabeli wyników pomiarów) | 6 pkt. |
| Wykonanie wykresu zależności natężenia światła emitowanego przez diodę od natężenia zasilającego ją prądu.  | 6 pkt. |