



Demonstrujemy rolę diody

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne Laboratorium WL-I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/pl/photos/doprowadzi%C5%82o-ledtape-diody-led-2333897/> [dostęp 14.07.2022], domena publiczna.

Czy to nie ciekawe?

Diody powszechnie kojarzone są z dwoma zastosowaniami: jako źródła światła – diody LED i jako elementy prostowników prądu, odpowiedzialne właśnie za „prostowanie” prądu. Takie możliwości zastosowania wynikają z właściwości elektrycznych diod. Jedną z metod badania właściwości elektrycznych elementów obwodów poznasz w tym e-materiale.

Twoje cele

- dowiesz się, jakie są podstawowe zastosowania diod,
- poznasz, w jaki sposób bada się charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu,
- zrozumiesz, z czego wynikają różnorodne zastosowania diod,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań,
- przeanalizujesz i zinterpretujesz uzyskane charakterystyki prądowo-napięciowe diod.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Dioda jest dwuelektrodowym elementem elektronicznym przewodzącym dobrze prąd w jedną stronę.

Budowa diody półprzewodnikowej

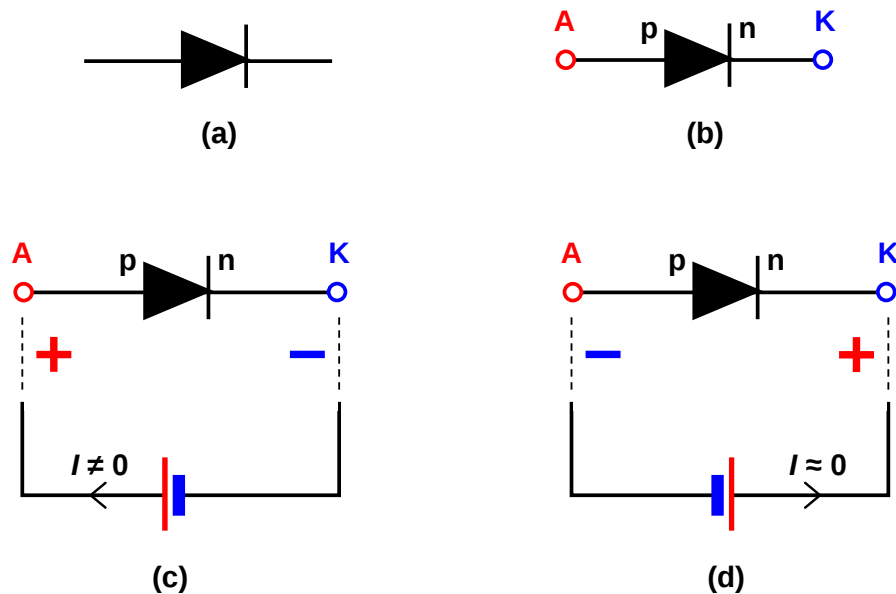
Działanie diod półprzewodnikowych bazuje na właściwości złącza między półprzewodnikami typu **p** i **n**, nazywanego złączem **p-n**. Półprzewodniki **n** i **p** różnią się dominującymi nośnikami prądu. W półprzewodnikach typu **p** za przewodzenie prądu odpowiadają dziury, będące nośnikami ładunku dodatniego. Natomiast w półprzewodnikach typu **n** nośnikami prądu są elektrony przenoszące ładunek ujemny. Szerzej o właściwości złącza **p-n**, możesz się dowiedzieć z e-materiałów: „Budowa diody” i „Zasada działania diody”.

Dobierając odpowiednio materiały, z których wytwarza się diody i modyfikując ich strukturę odpowiednią ilością domieszek, można uzyskiwać różnorodne efekty na złączu i wynikające z tego różnorodne zastosowania diod.

Dioda w obwodzie elektrycznym

Najczęściej diody spotykamy w prostownikach prądu (diody prostownicze) i oświetleniu (diody LED).

Podstawowy symbol graficzny diody, stosowany w schematach obwodów elektrycznych, jest pokazany na Rys. 1a. Elektroda po lewej strony na schemacie jest wyprowadzona z półprzewodnika **p**. Jest ona nazywana anodą. Katoda jest wyprowadzona z półprzewodnika **n**.



Rys. 1. (a) Podstawowy symbol graficzny diody; grot strzałki wskazuje kierunek dobrego przewodzenia prądu. (b) Dioda z oznaczoną anodą i katodą. (c) Dioda podłączona do zewnętrznego źródła napięcia w kierunku przewodzenia. Płynie przez nią prąd elektryczny o natężeniu I . (d) Dioda podłączona do napięcia w kierunku zaporowym. Natężenie płynącego przez nią prądu jest w przybliżeniu zerowe.

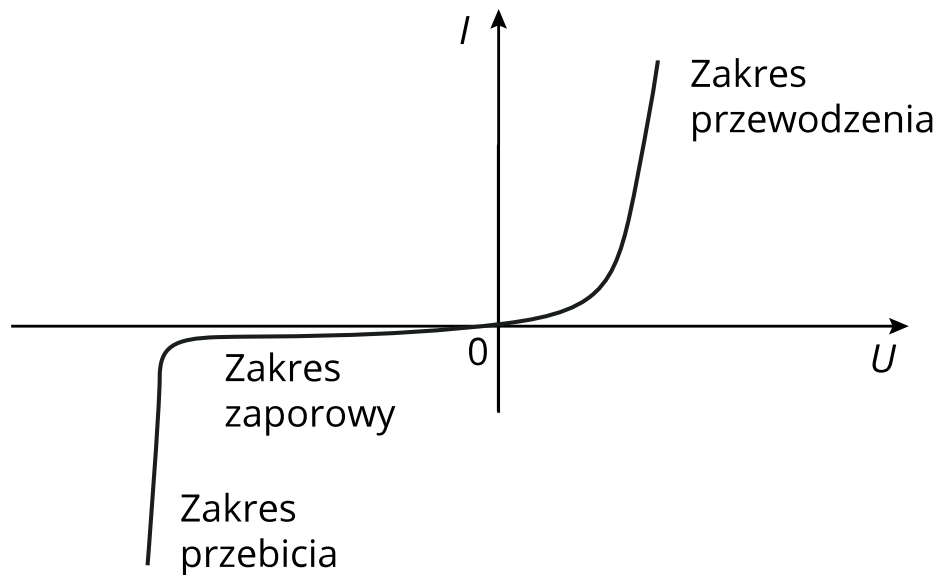
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Nazwy te odnoszą się do jednego z dwóch możliwych podłączeń diody w obwodzie elektrycznym, do **kierunku przewodzenia**. Zapewnia on efektywny przepływ prądu przez diodę (Rys. 1 c.). Anoda (diody) jest wtedy połączona z dodatnim biegunem zewnętrznego źródła napięcia, zaś katoda z biegunem ujemnym.

Diodę można także podłączyć przeciwnie, **w kierunku zaporowym** (Rys. 1 d.). Nie powoduje to zmiany nazw elektrod – po prostu anoda (półprzewodnik **p**) podłączona zostaje do ujemnego bieguna, zaś katoda (półprzewodnik **n**) do bieguna dodatniego zasilacza. Płynący w tym połączeniu prąd ma natężenie pomijalnie małe wobec prądu płynącego w kierunku przewodzenia.

Charakterystyka $I(U)$ diody

Właściwości diody dobrze opisuje charakterystyka prądowo–napięciowa, czyli zależność natężenia prądu płynącego przez diodę od przyłożonego napięcia (Rys. 2).



Rys. 2. Zależność natężenia prądu płynącego przez diodę od przyłożonego napięcia

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Jak widać na wykresie, przebieg charakterystyki diody można podzielić na trzy zakresy:

I. Zakres przewodzenia, w którym natężenie prądu, już przy niewielkim napięciu – zazwyczaj poniżej 1 V, zaczyna szybko rosnąć wraz ze wzrostem napięcia, osiągając wysokie natężenia. Wielkość stosowanych w praktyce natężeń zależy od przeznaczenia diody.

II. Zakres zaporowy. Po zmianie kierunku napięcia przyłożonego do diody, przez diodę płynie bardzo mały prąd o natężeniu poniżej 10^{-6} A, związany z przepływem tak zwanych nośników mniejszościowych. Natężenie prądu jest w tym zakresie ponad milion, a nawet ponad miliard razy mniejsze niż w zakresie przewodzenia.

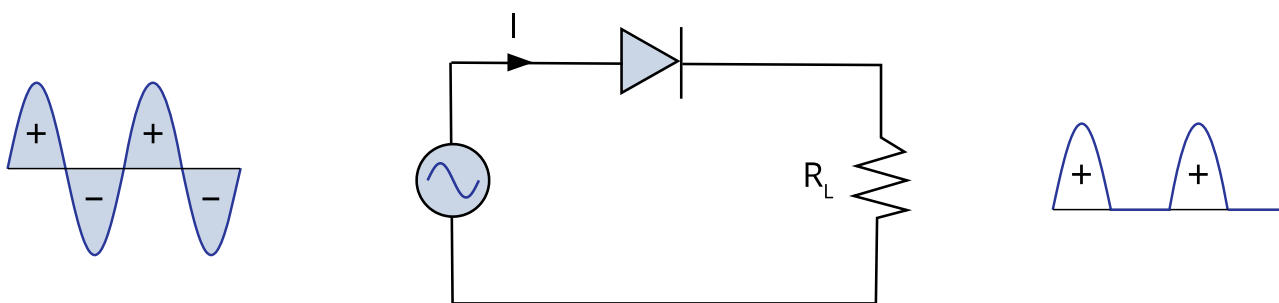
III. Zakres przebicia. Po osiągnięciu napięcia przebicia, które w zależności od rodzaju diody wynosi od kilku do kilku tysięcy volt, natężenie prądu gwałtownie rośnie, a wartość natężenia praktycznie nie zależy od przyłożonego napięcia.

Efekt prostowniczy diody

Prostowniki prądu wykorzystuje się wszędzie tam, gdzie istnieje konieczność zamiany [prądu przemiennego](#) dostarczanego przez elektrownię, czy też wytwarzanego przez prądnice – na przykład w samochodach – na prąd jednokierunkowy.

W prostownikach prądu wykorzystywane są zakresy I – zakres dobrego przewodzenia i zakres II – zaporowy.

Efekt, jaki powoduje włączenie diody do obwodu [prądu przemiennego](#) przedstawia schematycznie Rys. 3.



Rys. 3. Wpływ diody na przebieg prądu w obwodzie zasilanym źródłem prądu przemiennego

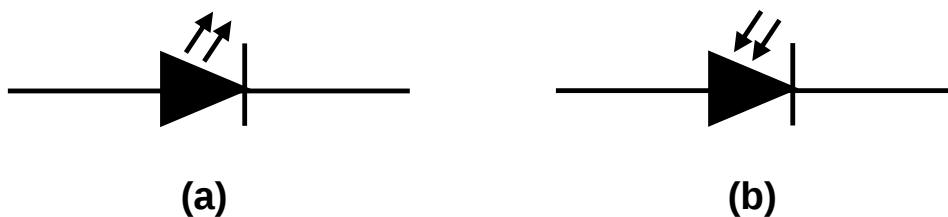
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Po lewej stronie rysunku przedstawiony jest wykres ilustrujący zmiany w czasie wartości i kierunku **napięcia** wytwarzanego przez źródło **prądu przemiennego**, a po prawej natężenie prądu płynącego przez odbiornik. Źródło prądu wytwarza tak zwane napięcie przemiennie – zmieniające cyklicznie zarówno wartość, jak i kierunek – cyklicznie zmieniają się bieguny źródła. Zmiany kierunku napięcia powodują, że przez połowę cyklu pracy napięcie na źródle jest zgodne z kierunkiem przewodzenia prądu przez diodę, a przez drugą połowę zgodne z kierunkiem zaporowym. Dlatego prąd w obwodzie płynie tylko przez połowę tego cyklu – gdy napięcie na źródle jest zgodne z kierunkiem przewodzenia diody. Ilustruje to wykres po prawej stronie rysunku.

Diody i światło

Diody LED (ang. *light-emitting diode*), jak sama nazwa wskazuje, to przede wszystkim źródła światła. Emitują one światło dzięki zjawisku rekombinacji promienistej, czyli łączenia się elektronów z dziurami, zachodzącym na złączu p-n. W trakcie tego zjawiska elektrony zmniejszają swoją energię, a ubytek energii jest emitowany w postaci promieniowania elektromagnetycznego. Energia porcji (kwantu) tego promieniowania jest w przybliżeniu równa wartości przerwy wzbronionej – E_g , czyli różnicy między energią elektronów z zakresu pasma przewodnictwa i pasma walencyjnego w materiale półprzewodnikowym, z którego została wykonana dioda. O pasmowej teorii przewodnictwa możesz przeczytać w e-materiałach: „Jak zbudowane są metale?” i „Co to są półprzewodniki?”. O zasadzie działania diod LED możesz przeczytać w e-materiale „Dioda elektroluminescencyjna”.

Graficzny symbol diody LED, stosowany w schematach obwodów elektrycznych, jest pokazany na rys. 4a. Bardzo podobnym symbolem oznaczana jest tzw. fotodioda (rys. 4b). Nie należy jednak mylić tych dwóch rodzajów diod.



Rys 4. Graficzne symbole (a) diody LED, (b) fotodiody.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

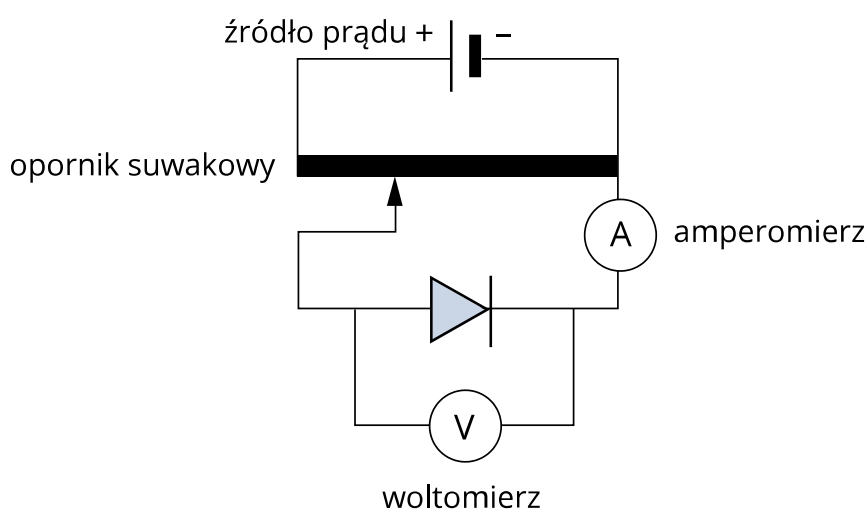
Ciekawostka

Fotodiody, przeciwnie do diod LED, korzystają ze światła by „uaktywnić” swoje złącze **p-n**. W nieobecności światła złącze praktycznie nie wykazuje właściwości prostowniczych. Oświetlenie obu półprzewodników powoduje pochłanianie kwantów światła i wzbudzenie elektronów kosztem energii promienistej. Wskutek tego w pasmie przewodnictwa półprzewodnika **n** pojawiają się elektrony swobodne, a w półprzewodniku **p** pojawiają się swobodne dziury w pasmie walencyjnym. Złącze nabiera wtedy właściwości pożądanych dla diody. Stan ten zanika bardzo szybko po ustaniu dopływu światła.

Takie działanie predysponuje fotodiodę do roli czujnika obecności światła (lub jego braku), który steruje przepływem prądu w obwodzie.

Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej diody

Charakterystykę prądowo-napięciową diody bada się w obwodzie przedstawionym na Rys. 5.



Rys. 5. Schemat obwodu do badania charakterystyki prądowo-napięciowej diody

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Zadaniem opornika suwakowego jest umożliwienie zmiany napięcia zasilającego badany element od 0 do napięcia maksymalnego, jakie może dać źródło prądu. Zamiast opornika suwakowego może być stosowany zasilacz z regulowanym napięciem.

Przesuwając suwak w lewo zwiększamy stopniowo napięcie począwszy od 0. Zapisujemy wynik pomiarów napięcia i natężenia prądu. Pomiary prowadzimy tak, aby nie przekroczyć natężenia, które mogłoby uszkodzić badany element. Następnie zmieniamy kierunek ustawienia diody – dioda będzie spolaryzowana zaporowo i powtarzamy pomiary. Na podstawie pomiarów sporządzamy wykres stanowiący wynik eksperymentu.

Z charakterystyki prądowo-napięciowej odczytujemy jedną z podstawowych właściwości elementów obwodów elektrycznych – **opór elektryczny** $R = U/I$. Z przebiegu charakterystyki odczytujemy, czy opór elektryczny jest niezależny od napięcia – w takim przypadku wykresem zależności natężenia od napięcia jest linia prosta, czy też napięcie wpływa na opór elektryczny – wówczas wykres nie jest linią prostą. Przebieg charakterystyki pozwala wnioskować o budowie wewnętrznej elementu i przewidywać możliwości zastosowania.

Słowniczek

Opór elektryczny (czynny)

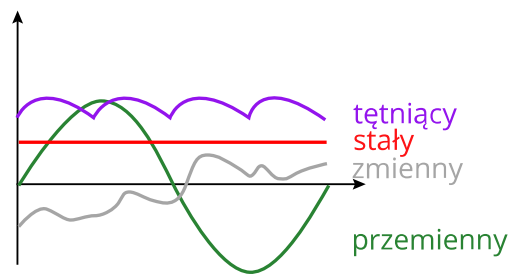
(ang.: *resistance electric (active)*) – wielkość charakteryzująca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodach prądu stałego. Zazwyczaj opór elektryczny oznacza się literą R i definiuje się wzorem $R = U/I$ gdzie: R – opór przewodnika elektrycznego, U – napięcie między końcami przewodnika, I – natężenie prądu elektrycznego.

Napięcie elektryczne

(ang.: *electric voltage*) – napięcie elektryczne między dwoma punktami pola elektrycznego jest równe różnicy energii potencjalnej ładunku w tych dwóch punktach pola, podzielonej przez wartość tego ładunku.

Prąd przemienny

(ang.: *alternating current, AC*) – charakterystyczny przypadek prądu elektrycznego okresowo zmiennego, w którym wartości chwilowe podlegają zmianom w powtarzalny, okresowy sposób, z określoną częstotliwością. Wartości chwilowe natężenia prądu przemiennego przyjmują naprzemiennie wartości dodatnie i ujemne (stąd nazwa **przemienny**). Największe znaczenie praktyczne mają prąd i napięcie o **przebiegu sinusoidalnym**. W żargonie technicznym nazwa **prąd przemienny** często oznacza po prostu **prąd sinusoidalny**.



Rys. 6. Rodzaje zmienności prądu.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Types_of_current-pl.svg [dostęp 10.10.2022],
domena publiczna.

Wirtualne Laboratorium WL-I

Badanie różnych diod w obwodzie elektrycznym

W wirtualnym laboratorium wykonasz trzyczęściowy eksperyment.

- Doświadczenie 1. Dla każdej z diod sprawdzisz, które wyprowadzenie jest anodą, a które katodą.
- Doświadczenie 2. Zbadasz, jakie napięcie jest potrzebne, aby zaświecić diodę luminescencyjną czerwoną i niebieską.
- Doświadczenie 3. (dla profilu rozszerzonego) Wyznaczysz charakterystykę prądowo-napięciową różnych diod.

Przeczytaj uważnie instrukcję, zapoznaj się z wyposażeniem laboratorium, a następnie wykonaj polecenia i ćwiczenia powiązane z każdym z doświadczeń.

Doświadczenie 1

Oznaczenia elektrod diody

Jak rozpoznać anodę i katodę w diodzie?

Problem badawczy

Celem doświadczenia jest zbadanie, która z elektrod diody jest katodą a która anodą.

Hipoteza

Zasilanie diody, zarówno prostowniczej jak i luminescencyjnej, stałym napięciem pozwala zauważyć różnice w przewodzeniu zależne od kierunku przyłożonego napięcia.

Co będzie potrzebne

Zapoznaj się z wyposażeniem dostępnym w wirtualnym laboratorium.

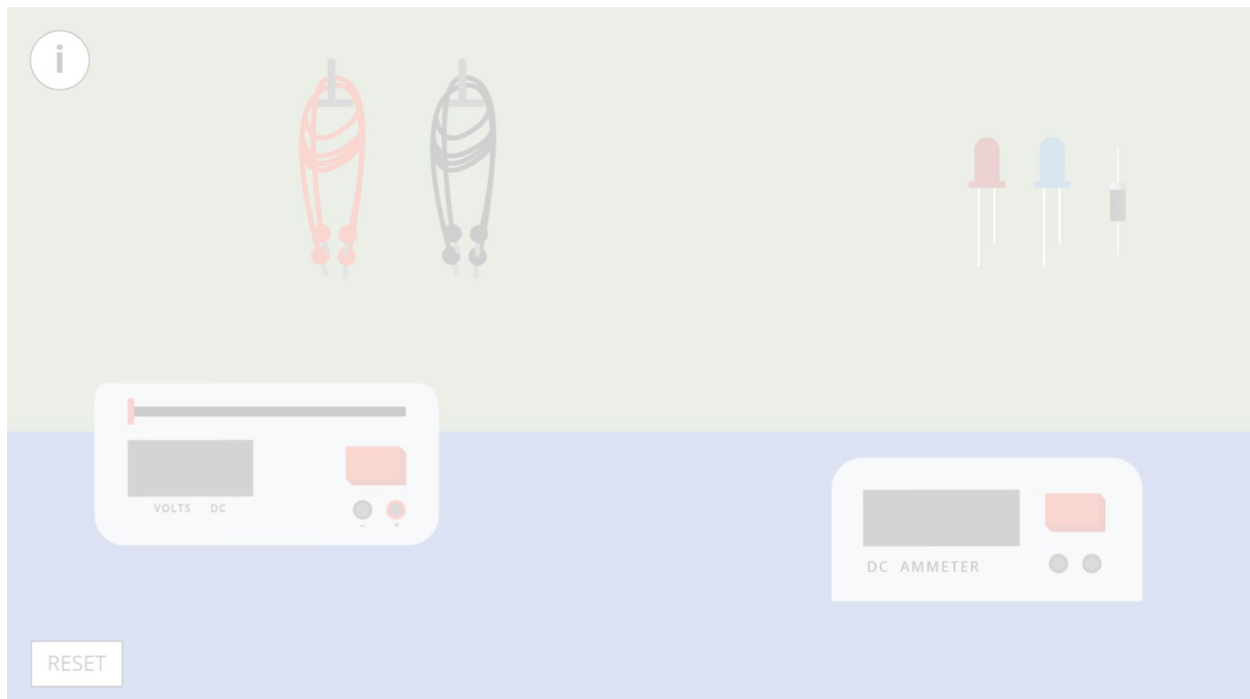
Zwróć uwagę na jeden szczegół budowy amperomierza i zastanów się nad ubocznym problemem:

Choć jest to miernik prądu stałego (świadczy o tym oznaczenie DC, z języka angielskiego „Direct Current”), to jego wejścia nie są opisane symbolami „plus” i „minus”. Wskazania miernika są zawsze dodatnie, niezależnie od kierunku przepływu prądu w obwodzie.

Czy ta cecha budowy amperomierza ułatwia Ci przeprowadzenie doświadczenia, czy utrudnia? Rozwinięcie tego problemu oraz propozycje jego rozwiązania znajdziesz w części „Podsumowanie”.

Instrukcja

Przeprowadź, dla każdej diody, próby opisane w instrukcji w laboratorium.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1BhQtEqh>

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Podsumowanie

Polecenie 1

Wyniki swoich prób i swoje rozstrzygnięcia wpisz do Dziennika obserwacji.

Dziennik obserwacji

Rozpoznawanie elektrod diody

Dioda prostownicza

Wyprowadzenie diody prostowniczej typowo oznaczane jasnym paskiem to

Diody świecące LED

Dłuższe wyprowadzenie diody świecącej to jej ,
zaś krótsze to jej .

Ćwiczenie 1

Przypomnij sobie uboczny problem zasygnalizowany w części „Co będzie potrzebne”. Podczas doświadczenia występuje konieczność przekładania przewodów dla uzyskania zmiany polaryzacji diody. Zgodzisz się, że spowalnia to przeprowadzenie obserwacji, nie wnosząc do niej niczego ciekawego.

Czy powodem takiej organizacji pracy może być nieco nietypowa budowa amperomierza dostępnego w laboratorium? Wejścia mierników cyfrowych (analogowych także) na ogół mają oznaczenia polaryzacji, gdy są przeznaczone do pomiaru napięć czy prądów stałych. W przypadku podłączenia miernika „plusem zasilacza do minusa miernika” odczyt na wyświetlaczu miernika cyfrowego jest poprzedzony znakiem „minus”, zaś w mierniku analogowym odczyt jest niemożliwy, chyba że zero miernika zostało umieszczone na środku skali.

A może powodem takiej organizacji pracy jest zasilacz z wbudowanym woltomierzem? Suwak zasilacza mógłby mieć środkowe położenie odpowiadające napięciu 0 V. Przesuwanie go w jedną stronę podawałoby napięcie „dodatnie”, tj. zgodne z opisem wyjść). Przesunięcie suwaka w drugą stronę generowałoby napięcie „ujemne”, czyli przeciwne do opisu wyjść, a wyświetlana wartość napięcia byłaby poprzedzana znakiem „minus”.

Rozstrzygnij, który z alternatywnych przyrządów (amperomierz z „minusem” na wyświetlaczu czy zasilacz z zerem napięcia w środku) zwolniłby Cię z konieczności przestawiania przewodów w celu zmiany polaryzacji diody. A może wystarczyłby którykolwiek z nich, ale nie oba? A może właśnie konieczne byłyby oba te przyrządy? Swoje rozstrzygnięcie, wraz z uzasadnieniem, wpisz do odpowiedniej sekcji Dziennika obserwacji.

Doświadczenie 2

Napięcie progowe luminescencji

Przy jakim napięciu dioda LED zaświeci?

Problem badawczy

Celem eksperymentu jest pomiar minimalnego (progowego) napięcia, które zapewnia emisję światła przez diodę LED.

Hipoteza

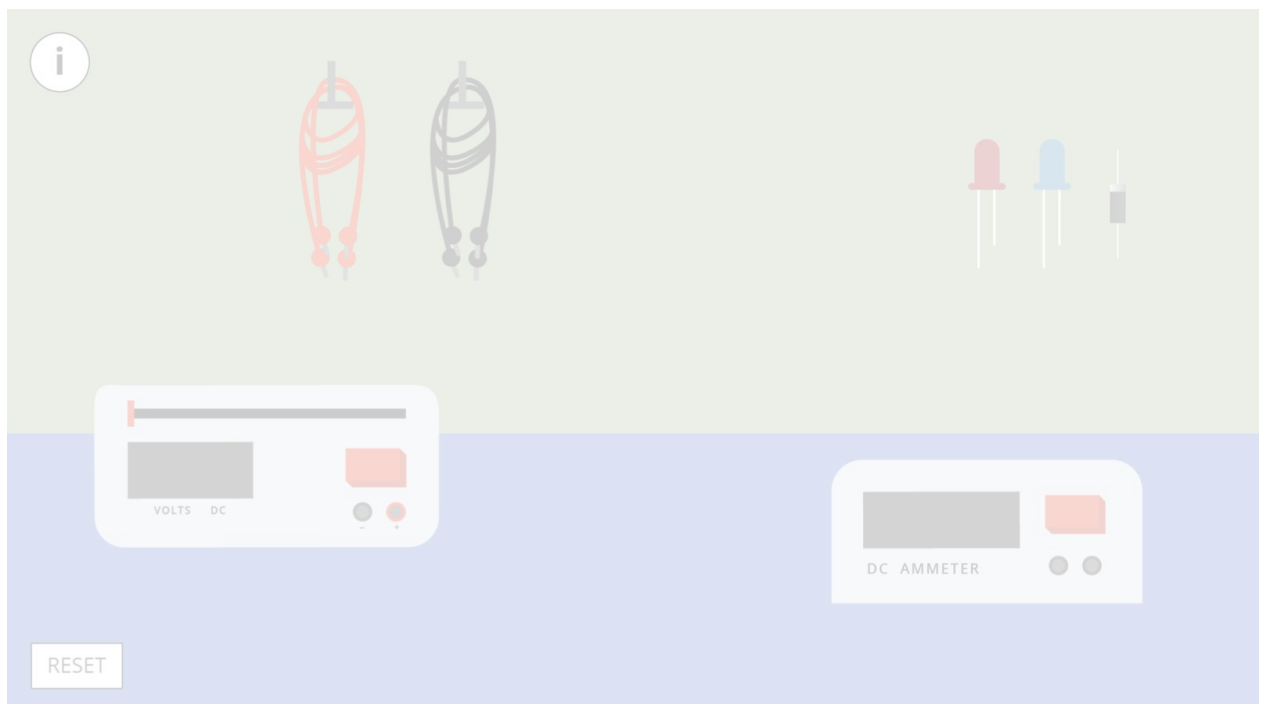
Napięcie progowe U_p dla diody niebieskiej jest większe niż dla diody czerwonej.

Co będzie potrzebne

Wykorzystaj wyposażenie laboratorium.

Instrukcja

Postępuj zgodnie z instrukcją zawartą w Wirtualnym Laboratorium.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1BhQtEqh>

Polecenie 2

Rozważ wykonanie kilku prób dla każdej diody. Opracuj element swojego postępowania, który pozwoli oszacować ilościowo problem zasygnalizowany w zdaniu „Dioda będzie zaświecać się stopniowo, więc będziesz w stanie podać jedynie **orientacyjną wartość**.” Zaproponuj także sposób zapewnienia, by kolejne pomiary napięcia U_p były możliwie niezależne od poprzednich.

Zapisz swoje postępowanie oraz wyniki dla każdej z diod w odpowiedniej sekcji Dziennika pomiarów.

Napięcie progowe świecenia diody LED

Dziennik badawczy

Badanie napięcia progowego U_p świecenia diody LED.

Opis postępowania, wyniki dla każdej z diod

Porównanie wyników, konkluzje, spostrzeżenia

Podsumowanie

Polecenie 3

Porównaj wyniki uzyskane dla obu diod. Rozstrzygnij hipotezę badawczą. Zapisz swoje rozstrzygnięcia i uzasadnienia w odpowiedniej sekcji Dziennika badawczego.

Dla zainteresowanych

Doświadczenie 3

Charakterystyka $I(U)$ diody (zakres rozszerzony)

Jak zależy natężenie prądu płynącego przez diodę od przyłożonego napięcia?

Problem badawczy

Celem pomiarów jest wyznaczenie charakterystyki prądowo-napięciową każdej z dostępnych diod i porównanie uzyskanych przebiegów.

Hipoteza

1. Charakterystyki w kierunku przewodzenia poszczególnych diod różnią się nieco.
2. Charakterystyki w kierunku zaporowym są praktycznie identyczne.

Co będzie potrzebne

Wykorzystaj wyposażenie laboratorium.

Podczas pomiarów zwróć uwagę na wyniki uzyskiwane w kierunku zaporowym. Czy dla rozstrzygnięcia hipotezy w części (b) przydatne byłoby uzyskanie wyników bardziej dokładnych? Czy można je uzyskać poprzez zmianę wyposażenia?

Instrukcja

Przeprowadź pomiary zgodnie z instrukcją zawartą w Wirtualnym Laboratorium. Wyniki pomiarów wpisz do tabelki w Dzienniku Pomiarów.

Charakterystyka diody

Dziennik pomiarów

Data:

Lp.	U (V)	I (mA)		
		dioda prost.	dioda czerw.	dioda nieb.

Maksymalna moc elektryczna diody P_m :

dioda prostownicza	
dioda czerwona	
dioda niebieska	

Jak można eksperymentalnie stwierdzić, czy charakterystyki w kierunku zaporowym badanych diod są różne?

Spostrzeżenia i konkluzje.

Podsumowanie

Wykonaj polecenia. Swoje rozstrzygnięcia, uzasadnienia i komentarze wpisz do odpowiednich sekcji Dziennika pomiarów.

Polecenie 4

Oblicz maksymalną moc elektryczną P_m każdej diody, dostępną w warunkach laboratorium. Oblicz standardową niepewność pomiaru P_m .

Polecenie 5

Sporządź wspólny wykres zależności $I(U)$ dla badanych diod w kierunku przewodzenia.

- Na jego podstawie rozstrzygnij hipotezę badawczą (a).
- Oceń, czy ułożenie punktów pomiarowych jest podobne do przebiegu pokazanego na rys. 2. w części Przeczytaj.

Polecenie 6

Sporządź wspólny wykres zależności dla badanych diod w kierunku zaporowym.

- Na jego podstawie rozstrzygnij hipotezę badawczą (b).
- Oceń, czy ułożenie punktów pomiarowych jest podobne do przebiegu pokazanego na rys. 2. w części Przeczytaj.

Ćwiczenie 2

Wartości natężenia prądu w kierunku zaporowym są wszystkie zerowe.

Pozostawia to niedosyt przy rozstrzyganiu hipotezy badawczej (b).

Zaproponuj uzupełnienie w wyposażeniu laboratorium, które pozwoli sprawdzić, czy natężenia prądów w kierunku zaporowym diod są różne.

Uzasadnij swoją propozycję.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdania wybierając odpowiednie wyrażenia lub słowa z nawiasów:

Półprzewodniki p i n różnią się przede wszystkim (dominującymi nośnikami prądu ☐ ;
 materiałem, z którego są wykonane ☐ ; zastosowaniem ☐). W półprzewodnikach
typu p dominującymi nośnikami prądu są (elektrony ☐ ; dziury ☐ ; jony ☐),
w półprzewodnikach typu n (elektrony ☐ ; dziury ☐ ; jony ☐).

Ćwiczenie 2



Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli zdanie jest fałszywe:

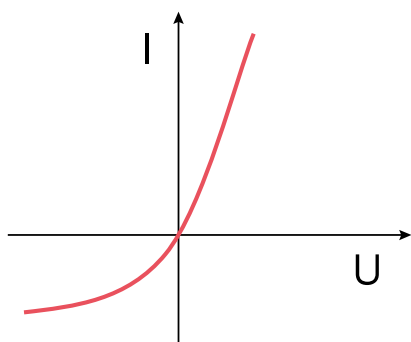
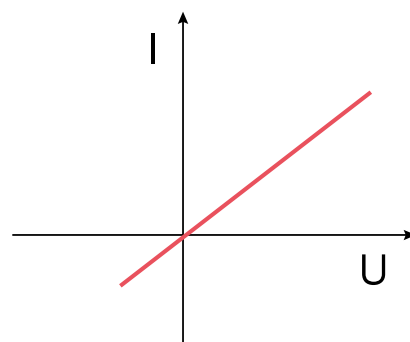
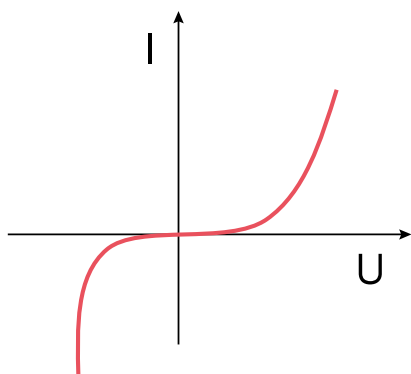
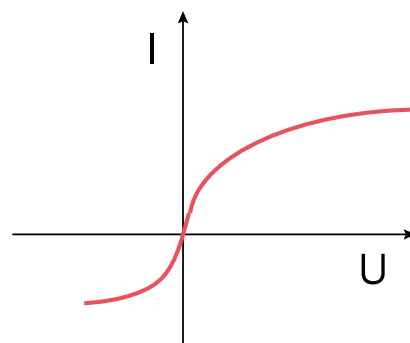
Opór elektryczny diody zależy od przyłożonego napięcia. P ☐ / F ☐

Zgodnie z kierunkiem prądu w diodzie poruszają się elektrony. P ☐ / F ☐

Ćwiczenie 3



Charakterystykę prądowo-napięciową diody najlepiej przedstawia wykres:

☐☐☐☐

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 4



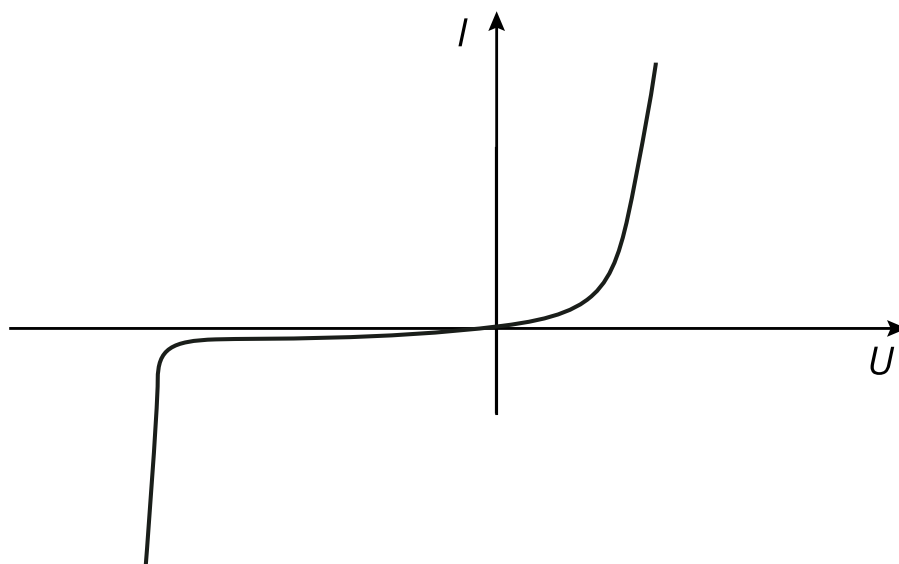
Charakterystyką prądowo-napięciową nazywa się zależność:

- ☐ napięcia przyłożonego do elementu od natężenia płynącego prądu.
- ☐ oporu elementu obwodu od natężenia płynącego prądu.
- ☐ natężenia prądu płynącego przez element obwodu od przyłożonego napięcia.
- ☐ oporu elementu obwodu od przyłożonego napięcia.

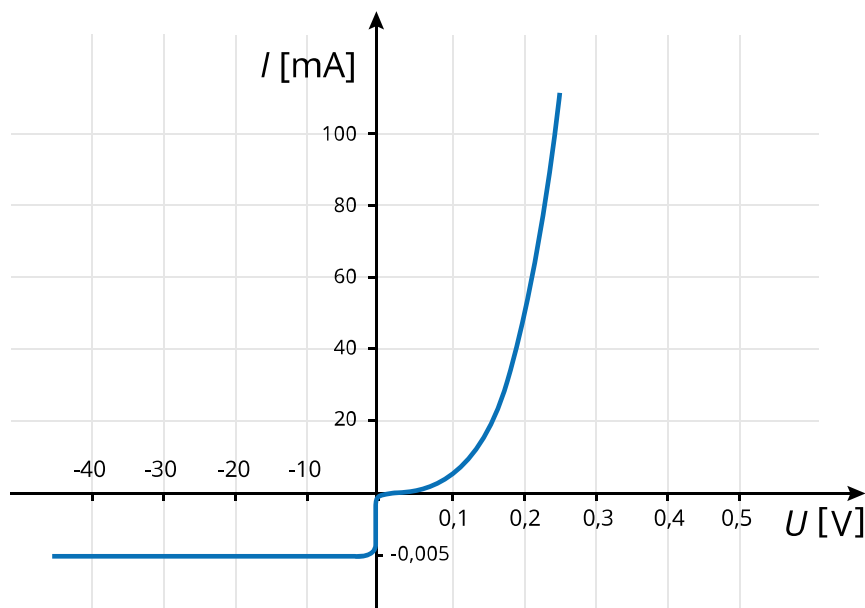
Ćwiczenie 5



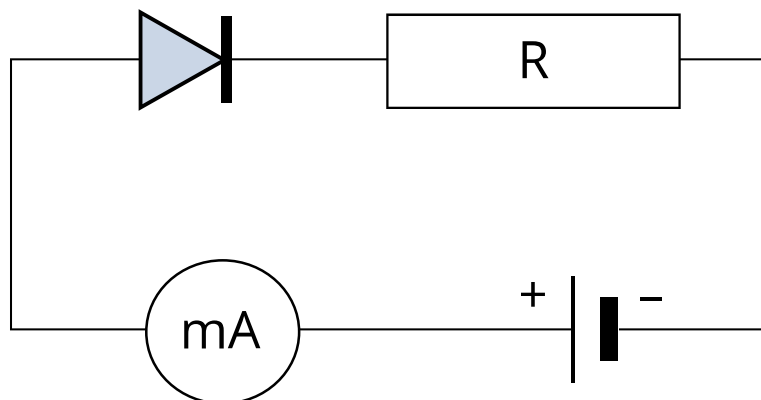
Rysunek przedstawia przykładową charakterystykę prądowo-napięciową diody. Przebieg charakterystyki diody wskazuje na to, że:



- ☐ Opór elektryczny diody nie zależy od wartości przyłożonego napięcia.
- ☐ Opór elektryczny diody zależy od wartości i kierunku przyłożonego napięcia.
- ☐ Opór elektryczny diody zależy tylko od kierunku przyłożonego napięcia.
- ☐ Opór elektryczny diody zależy tylko od wartości przyłożonego napięcia.



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.



Rys. Charakterystyka diody i obwód z diodą.

Uwaga! jednostki w kierunku przewodzenia i zaporowym nie są jednakowe.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Rysunek przedstawia charakterystykę diody i schemat obwodu elektrycznego z tą diodą. Miliamperomierz wskazuje 50 mA, wartość oporu R wynosi $20\ \Omega$. Oblicz, jaki jest w tych warunkach opór elektryczny diody i wartość napięcia źródła prądu.

Odp.: Opór diody wynosi Ω , napięcie na źródle V.

Ćwiczenie 7



OBIEKT MULTIMEDIALNY

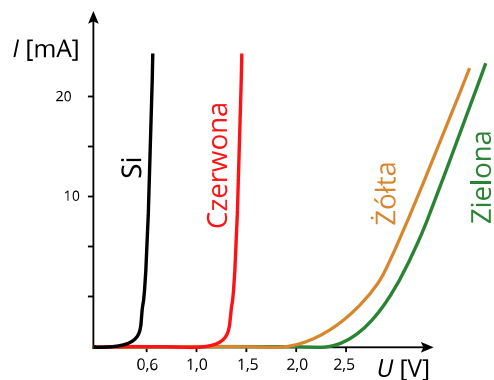
KLIKNIJ, ABY OTWORZYĆ NA PEŁNYM EKRANIE

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 8



Na rysunku przedstawiono charakterystyki wybranych diod.



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Co się stanie, jeżeli diody te połączymy równolegle i podłączymy do napięcia 3 V?
Uzasadnij odpowiedź.

Ćwiczenie 9



Diody LED emitują światło dzięki łączeniu się elektronów z dziurami na złączu p-n. Zjawisko to nazywa się rekombinacją. Częstotliwość wyemitowanej porcji światła, nazywanej fotonem, można opisać wzorem $f = \Delta E / h$. ΔE – to energia wyemitowana w wyniku połączenia elektronu z dziurą, h – stała Plancka. Im większa energia emitowana, tym wyższe napięcie, jakie należy przyłożyć do diody, aby dioda emitowała światło. Częstotliwość fotonu czerwonego wynosi około $3,8 \cdot 10^{14}$ Hz, a fioletowego około $7,6 \cdot 10^{14}$ Hz. Wynika z tego, że dla zasilania diody emitującej światło fioletowe w porównaniu do diody emitującej światło czerwone potrzebne jest napięcie:

- ☐ około dwa razy większe
- ☐ około dwa razy mniejsze
- ☐ około cztery razy większe
- ☐ około cztery razy mniejsze

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Jarosław Krakowski, Krzysztof Lorek
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Badamy charakterystykę prądowo-napięciową diod
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość; 11) przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń. VII. Prąd elektryczny. Uczeń: 10) doświadcza: c) demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródło światła. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki

	schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji; 12) przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 16) doświadcza: c) demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródło światła.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wymieni podstawowe zastosowania diod; 2. wyjaśni, z czego wynikają różnorodne zastosowania diod; 3. omówi, w jaki sposób bada się charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu; 4. zbada charakterystyki prądowo-napięciowe diod; 5. przeanalizuje i zinterpretuje uzyskane charakterystyki prądowo-napięciowe diod; 6. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań.
Strategie nauczania	IBSE (Inquiry - Based Science Education - nauczanie/uczenie się przedmiotów przyrodniczych przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
Metody nauczania	ćwiczenia laboratoryjne
Formy zajęć:	praca w grupach

Środki dydaktyczne:	zasilacze o regulowanym napięciu, amperomierze, diody prostownicze, diody LED: czerwona i niebieska, przewody łączące lub wykorzystanie wirtualnego laboratorium: dostęp do Internetu, komputery
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel zadaje pytanie: Do czego służą diody? Uczniowie wymieniają znane im zastosowania diod. Nauczyciel pyta, w jaki sposób bada się właściwości elektryczne elementów obwodu. Uczniowie przypominają wiadomości o budowie obwodów elektrycznych. Nauczyciel przypomina sposób badania charakterystyki prądowo-napięciowej.	
Faza realizacyjna:	
Uczniowie dzielą się na grupy. Nauczyciel przypomina zasady BHP przy stosowaniu prądu elektrycznego. Uczniowie budują obwody do badania charakterystyki prądowo-napięciowej, nauczyciel sprawdza poprawność połączeń elektrycznych. Uczniowie dokonują pomiarów napięcia i natężenia prądu dla trzech diod – prostowniczej i diod LED: czerwonej i niebieskiej. Na podstawie uzyskanych wyników uczniowie sporządzają wykresy charakterystyk prądowo-napięciowych zbadanych diod. Uczniowie porównują właściwości zbadanych diod – opór elektryczny i jego zmianę z napięciem, typowe napięcie pracy. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje i kontroluje pracę uczniów.	
Faza podsumowująca:	
Uczniowie rozwiązują zadania 1, 2, 5, 8. Poprzez analizę wypowiedzi uczniów nauczyciel określa, w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.	
Praca domowa:	
Uczniowie utrwalają wiedzę i zdobyte umiejętności przez rozwiązanie w domu zadań 3, 4, 6, 7, 9 z zestawu ćwiczeń.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Multimedium może być wykorzystywane przy powtarzaniu wiadomości i na lekcjach, na których są omawiane diody.