

# Przedmiot: Fizyka

## Dział programowy: Prąd stały.

### Temat lekcji:

**Badanie słuszności prawa Ohma - charakterystyka prądowo- napięciowa opornika.**

### Klasa: 3

Scenariusz jest zgodny z podstawą programową.

### Cele ogólne:

Celem ogólnym lekcji jest nabycie przez uczniów umiejętności planowania, wykonywania, opisu prostych eksperymentów fizycznych, analizy ich wyników z uwzględnieniem niepewności pomiarowych oraz uświadomienie roli eksperymentu, budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.

### Cele operacyjne:

Uczeń:

- Zna prawo Ohma.
- Potrafi narysować charakterystykę prądowo- napięciową opornika podlegającego prawu Ohma.
- Doskonali umiejętność projektowania przebiegu doświadczeń:  
projektuje przebieg doświadczenia pozwalającego narysować charakterystykę prądowo- napięciową opornika podlegającego prawu Ohma.
- Przeprowadza niezbędne pomiary w celu wyznaczenia charakterystyki prądowo- napięciowej.
- Przeprowadza analizę niepewności pomiarowej.
- Poznaje różne metody analizowania niepewności pomiarowej.

### Cele wychowawcze:

- Kształtuje umiejętność słuchania innych.
- Doskonali umiejętność współpracy w grupie.
- Rozwija dociekliwość poznawczą i badawczą.
- W twórczy sposób rozwiązuje problemy.
- Uczy się poprawnie posługiwać językiem fizyki.
- Przygotowuje się do publicznych wystąpień.
- Rozwija zainteresowania fizyczne.

### Wykaz pomocy dydaktycznych:

- zasilacz prądu stałego
- opornica suwakowa
- opornik  $50\Omega$
- woltomierz
- amperomierz
- przewody
- papier milimetrowy

### Metody pracy:

- a) dyskusja;
- b) burza mózgów
- c) obserwacja;
- d) doświadczenie.

### Formy pracy:

- a) praca zbiorowa
- b) praca grupowa

Uwaga: jeśli w pracowni fizycznej znajduje się wystarczająca ilość przyrządów, wskazane jest, aby doświadczenie przeprowadzić w grupach.

### Przebieg lekcji:

- 1) Sprawdzenie pracy domowej.
- 2) Przypomnienie:
  - a) prawa Ohma dla odcinka obwodu,
  - b) sposobu włączenia w obwód mierników: amperomierza i woltomierza.
- 3) Podanie tematu i celów lekcji.

### Przebieg części głównej lekcji:

- 1) Uczniowie na tablicy zapisują prawo Ohma dla odcinka obwodu:
$$I = \frac{1}{R} U$$
- 2) Uczniowie metodą burzy mózgów proponują przebieg doświadczenia. Stwierdzają, że do sporządzenia zależności natężenia prądu od przyłożonego napięcia należy zmierzyć amperomierzem natężenie prądu i woltomierzem napięcie panujące na końcach opornika. Dochodzą do zaprojektowania przebiegu doświadczenia .
- 3) Podają propozycję instrukcji wykonania doświadczenia i opracowują tabelę do zapisywania wyników;
- 4) Wybierani z klasy uczniowie dokonują pomiarów/ Uczniowie w grupach przeprowadzają pomiary.
- 5) Zapisują wyniki pomiarów w tabeli.
- 6) Sporządzają wykres charakterystyki prądowo- napięciowej opornika.
- 7) Uczniowie obliczają wartość R oraz przeprowadzają analizę niepewności pomiarowej.
- 8) Wybrani uczniowie prezentują wyniki swojej pracy.

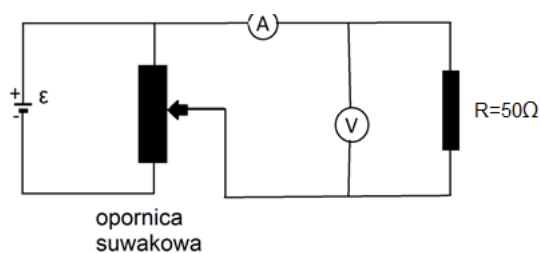
### Podsumowanie lekcji:

- 1) podkreślenie znaczenia eksperymentów fizycznych;
- 2) zwrócenie uwagi na krytyczne spojrzenie otrzymywanych wyników;
- 3) zadanie pracy domowej.

### Instrukcja wykonania doświadczenia:

#### wyznaczanie charakterystyki prądowo- napięciowej opornika:

Budujemy obwód elektryczny zgodnie ze schematem.



Za pomocą opornicy suwakowej zmieniamy kolejno wartości napięcia na oporze  $R$ , np. co 1V. Wykonujemy 10 pomiarów.

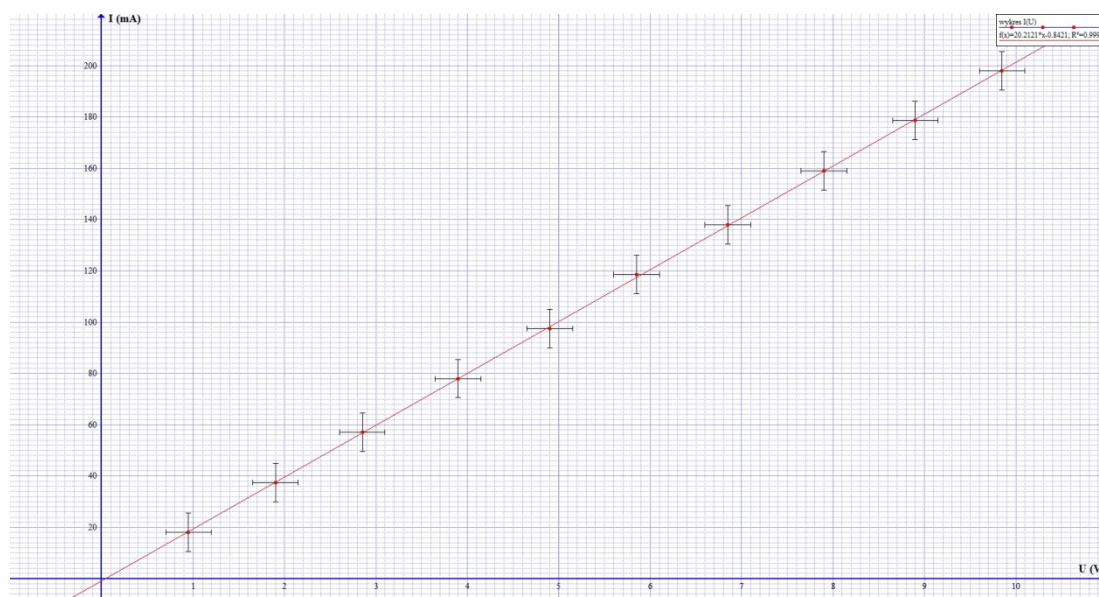
Dla każdej wartości napięcia odczytujemy odpowiadającą mu wartość natężenia prądu.

### Wyniki zapisujemy w tabeli:

Tabela pomiarów (przykładowe wyniki):

Nr. pomiaru	Napięcie $U$ (V)	Natężenie prądu $I$ (mA)	$\Delta U$ (V)	$\Delta I$ (mA)
1	0,95	18,0	0,25	7,5
2	1,90	37,5	0,25	7,5
3	2,85	57,0	0,25	7,5
4	3,90	78,0	0,25	7,5
5	4,90	97,5	0,25	7,5
6	5,85	118,5	0,25	7,5
7	6,85	138,0	0,25	7,5
8	7,90	159,0	0,25	7,5
9	8,90	178,5	0,25	7,5
10	9,85	198,0	0,25	7,5

Uczniowie sporządzają wykres zależności  $I(U)$  (na papierze milimetrowym). Nanoszą niepewności pomiarowe. (wykres sporządzono w programie Graph Ivana Johansena – <http://www.padowan.dk>)



## Analiza niepewności pomiarowej.

### *Pomiary bezpośrednie – określenie niepewności pomiaru U oraz I*

Określenie niepewności pomiarowych napięcia i natężenia wymaga znajomości klasy użytych mierników. Omówmy to dokładniej na przykładzie niepewności pomiaru napięcia (niepewność pomiaru natężenia określamy analogicznie). Możemy w pracowniach mieć do dyspozycji zarówno mierniki analogowe jak i cyfrowe. Rozważmy oba przypadki.

#### **Woltomierz analogowy:**

Założmy, że mamy do dyspozycji woltomierz analogowy o zakresie 0-10V i klasie 2,5. Klasę miernika znajdziemy na obudowie lub w opisie urządzenia.

Wzór ogólny na niepewność bezwzględną  $\Delta U = \text{zakres miernika} * \text{klasa miernika w \%}$

Niepewność bezwzględna dla naszego przykładu  $\Delta U = 10V * 2,5\% = 0,25V$

Wszystkie pomiary takim miernikiem mają jednakową niepewność 0,25V. Należy zwrócić uwagę na problem niepewności względnej. Pomiar o wartości 0,5V ma niepewność względną 50%, zaś pomiar o wartości 5V tylko 5%.

#### **Woltomierz cyfrowy:**

Założmy, że mamy do dyspozycji miernik cyfrowy o zakresie 0-10V, który wyświetla dwie cyfry po przecinku. Wartość wyświetlana na mierniku wynosi 2,47V.

Dokładność miernika opisana w instrukcji (2%+3). W przypadku tego typu mierników klasa (2%) odnosi się do wartości zmierzonej (wyświetlonej na mierniku) a nie do zakresu. Natomiast liczba 3 dotyczy dokładności ostatniej wyświetlanej cyfry.

Wzór ogólny na niepewność bezwzględną

$\Delta U = \text{wartość zmierzona} * \text{klasa miernika w \%} + \text{pozycja ostatniej cyfry} * \text{dokładność ostatniej cyfry}$

Niepewność bezwzględna dla naszego przykładu

$$\Delta U = 2,47V * 2\% + 0,01V * 3 = 0,0494V + 0,03V = 0,0794V \approx 0,08V$$

Zwróćmy uwagę, że dla tego miernika niepewności pomiarowe są różne dla różnych wartości mierzonych.

W przykładowym doświadczeniu użyto mierników analogowych klasy 2,5. Woltomierz był ustawiony na zakres 0-10V, amperomierz 0-300mA.

Niepewności pomiarowe mierników wynoszą:

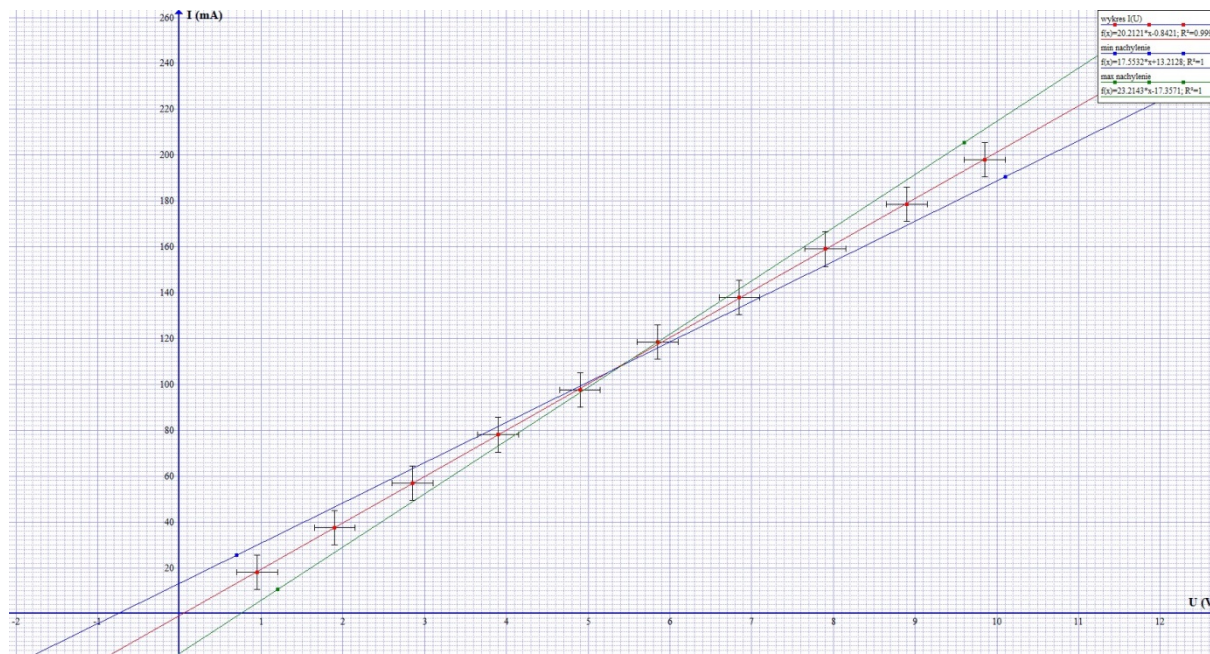
$$\Delta U = 10V * 2,5\% = 0,25V$$

$$\Delta I = 300mA * 2,5\% = 7,5mA$$

### Pomiary pośrednie – określenie wartości i niepewności oporu R:

Ze względu na brak czasu na dokładną analizę niepewności pomiarowych możemy zaproponować uczniom oszacowanie niepewności pomiaru następującą metodą.

Na wykresie rysujemy dodatkowe dwie proste o możliwie największym i najmniejszym nachyleniu.



Na rysunku przedstawiam przykładowe rozwiązanie (zielona – max, niebieska – min)

Następnie obliczamy współczynniki  $a_{max}$  oraz  $a_{min}$  odpowiadające narysowanym prostym (zielonej i niebieskiej). Niepewność pomiarowa będzie równa połowie różnicy między tymi wielkościami. Jest to niepewność maksymalna. Średnia arytmetyczna to szukany współczynnik  $a$ .

$$a_{max} = \frac{I_{1max} - I_{2max}}{U_{1max} - U_{2max}}$$

$$a_{min} = \frac{I_{1min} - I_{2min}}{U_{1min} - U_{2min}}$$

$$\Delta a = \frac{a_{max} - a_{min}}{2}$$

$$a_{\text{śr}} = \frac{a_{max} + a_{min}}{2}$$

### Wyznaczenie wartości oraz niepewności oporu R:

Wyznaczamy wartość oporu  $R$  (z prawa Ohma  $I = \frac{1}{R} U$  wynika, że  $\text{wsp. } a = \frac{1}{R}$ ) stąd

$$R_{\text{śr}} = \frac{1}{a_{\text{śr}}}$$

Niepewność obliczamy ze wzoru:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta a}{a} \quad \Delta R = R * \frac{\Delta a}{a}$$

W przykładowym doświadczeniu otrzymano następujący wynik:  $R = 49 \pm 7 \Omega$

Należy podkreślić, że wykonując doświadczenie musimy oprócz określenia wartości szukanej wielkości fizycznej podać (nawet szacując ) niepewność tej wielkości.

Literatura:

M. Godlewska, D. Szot- Gawlik, M. Godlewski „Zadania doświadczalne z fizyki poziom maturalny”, ZamKor, Kraków 2013.

M.Braun, K.Byczuk, A.Seweryn-Byczuk, E.Wójtowicz „Zrozumieć fizyką”, nowa era Warszawa 2013

---

<sup>i</sup> Program nauczania „Fizyka jest fascynująca!” Innowacyjny interdyscyplinarny program nauczania fizyki w szkole ponadgimnazjalnej w zakresie rozszerzonym ( IV etap edukacyjny). J. Michałowska, A. Szymaniec, S. Wojciechowski