



## Jak działa amperomierz i jak go podłączyć do obwodu

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

A dark blue background with several bright, glowing lightning bolts striking downwards. The bolts are white and yellow at the tips, creating a dramatic, high-contrast effect against the dark blue sky.

## Jak działa amperomierz i jak go podłączyć do obwodu

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

## Czy to nie ciekawe?

Z miernikami natężenia prądu elektrycznego mamy do czynienia w wielu sytuacjach, także w życiu codziennym. Ciekawe, jakie zjawiska fizyczne wykorzystuje się do budowy różnych ich rodzajów? Trzeba też wiedzieć, jak je podłączyć, by zmierzyć interesujące nas wartości natężenia prądu elektrycznego. To wszystko można poznać w tym e-materiale. A nawet więcej – czytelnik będzie miał okazję rozwiązać proste problemy, na które można natrafić posługując się amperomierzami.

### Twoje cele

- dowiesz się, jak działa amperomierz i jak się nim posługiwać,
- poznasz sposób na zwiększenie zakresu pomiarowego amperomierza,
- zrozumiesz zasadę działania różnych rodzajów analogowych mierników elektrycznych,

- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania prostych problemów, na które możesz natrafić posługując się amperomierzami.

# Przeczytaj

---

## Warto przeczytać

*Do czego służy [amperomierz](#)?*

**Amperomierz**, to przyrząd służący do pomiaru natężenia prądu elektrycznego. Wielkość tę podaje się w jednostkach zwanych amperami, stąd nazwa urządzenia. W praktyce, wartości natężenia prądu mierzy się w różnych zakresach – od mikroamperów ( $\mu\text{A}$ ) do kiloamperów (kA).

Spotyka się też nazwę [galwanometr](#), której używa się do miernika wskazującego bardzo małe wartości przepływającego prądu elektrycznego oraz jego kierunku.

***Jak działa amperomierz?***

Istnieją dwa rodzaje amperomierzy: analogowe, wskazujące wartość przez wychylenie wskazówki urządzenia mechanicznego oraz coraz częściej stosowane wspólnie mierniki cyfrowe, wyposażone w skomplikowane układy elektroniczne.

[Błąd paralaksy](#)[Błąd paralaksy](#)Konstruując amperomierze analogowe, trzeba wykorzystać efekty, które zależą od wartości natężenia prądu elektrycznego. Najczęściej związane są one z wytwarzaniem pola magnetycznego przez przewodnik, w którym płynie prąd. Im większe jest natężenie prądu, tym większy efekt wywołany danym zjawiskiem. Każdy amperomierz analogowy ma część ruchomą i nieruchomą. Do ruchomej przymocowana jest wskazówka, która przesuwając się nad skalą umożliwia odczyt. Aby ustrzec się [błędowi paralaksy](#) należy na wskazówkę patrzeć pod kątem prostym do skali, co ułatwia umieszczone obok skali lusterko.



Rys. 1. Mikroamperomierz wskazówkowy z lustrem zamontowanym w celu zmniejszenia błędu paralaksy przy odczycie

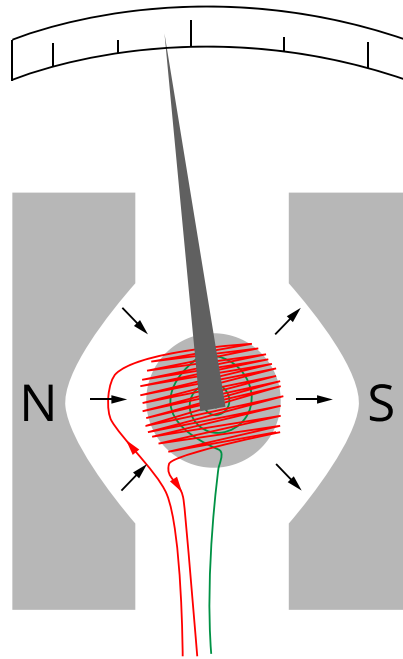
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

## ***Rodzaje amperomierzy***

Każdy rodzaj amperomierza wykorzystuje inne zjawisko fizyczne, związane z przepływem prądu elektrycznego przez przewodnik. Poniżej wymienione zostały niektóre z nich.

- **Siła elektrodynamiczna działa na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym**

Budowę [miernika magnetoelektrycznego](#), działającego w oparciu o to zjawisko, przedstawiono na Rys. 2. Kolorem czerwonym oznaczono obracającą się cewkę, przez którą płynie mierzony prąd, nawiniętą na umieszczony na osi rdzeń. Rolę przewodnika z prądem, pełnią prostopadłe do płaszczyzny rysunku fragmenty cewki. Pole magnetyczne wytwarza magnes stały ukształtowany tak, by pole to było radialne. Dzięki temu, każdy fragment oddziałującego przewodnika z prądem jest zawsze prostopadły do wektora indukcji pola magnetycznego, niezależnie od położenia cewki ze wskazówką.



Rys. 2. Schemat działania amperomierza magnetoelektrycznego. Kolorem czerwonym oznaczono cewkę, w której płynie prąd, a zielonym – sprężynę

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

Wzór opisujący siłę elektrodynamiczną, działającą na prostoliniowy przewodnik z prądem o natężeniu  $I$ , umieszczony w polu magnetycznym, ma postać:

$$\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} \quad (1)$$

gdzie:

$\vec{l}$  jest wektorem wzdłuż przewodnika o wartości równej jego długości i zwrocie zgodnym z kierunkiem prądu,

$\vec{B}$  jest wektorem indukcji pola magnetycznego.

Zgodnie z tym wzorem, na prostopadle do płaszczyzny Rys. 2. przewodniki z prądem działa siła, której kierunek jest prostopadły zarówno do tych przewodników, jak i wektora indukcji pola magnetycznego, a więc jest styczny do powierzchni rdzenia. Siła ta powoduje obrót cewki. Wartość siły, zgodnie z wzorem (1), jest równa

$$F = I \cdot l \cdot B \sin \alpha \quad (2)$$

gdzie  $\alpha$  jest kątem wypukłym pomiędzy kierunkami wektora  $\vec{l}$  i wektora indukcji pola magnetycznego  $\vec{B}$ . Zgodnie z tym, co powiedziano wyżej, kąt ten jest zawsze równy  $90^\circ$ , jeśli pole magnetyczne jest radialne.

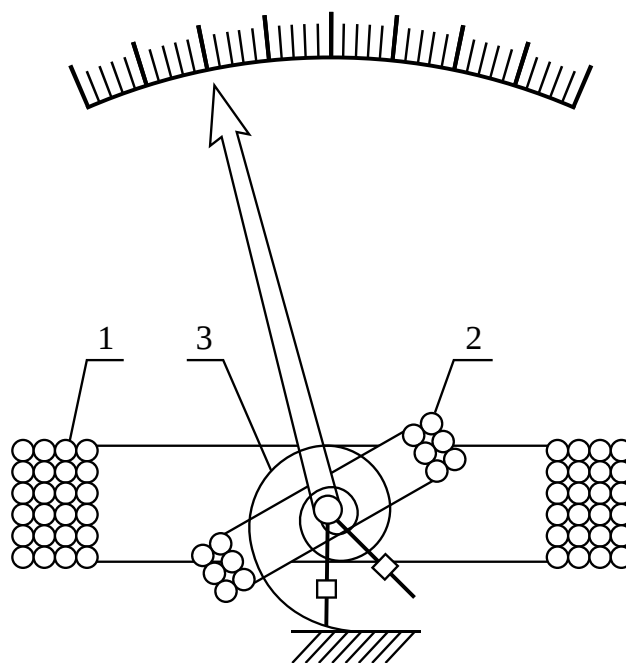
Zaznaczona na Rys. 2. kolorem zielonym sprężyna przeciwdziała obrotowi cewki, więc ustala się pozycja równowagi, zależna od natężenia prądu, którego wartość możemy odczytać dzięki wskazówce ustawionej nad skalą miernika.

Warto zauważyć, że zwrot działania siły, czyli kierunek wychylenia strzałki, zależy od zwrotu wektora  $\vec{l}$  we wzorze (1). Opisany amperomierz wskazuje więc kierunek przepływu prądu elektrycznego. Stosować go można tylko dla prądów stałych lub jednokierunkowych.

Taką konstrukcję mają między innymi galwanometry.

- **Dwie cewki, przez które płynie prąd, oddziałują ze sobą magnetycznie**

**Miernik elektrodynamiczny** zbudowany jest z dwóch cewek, ruchomej i stałej (Rys. 3.).

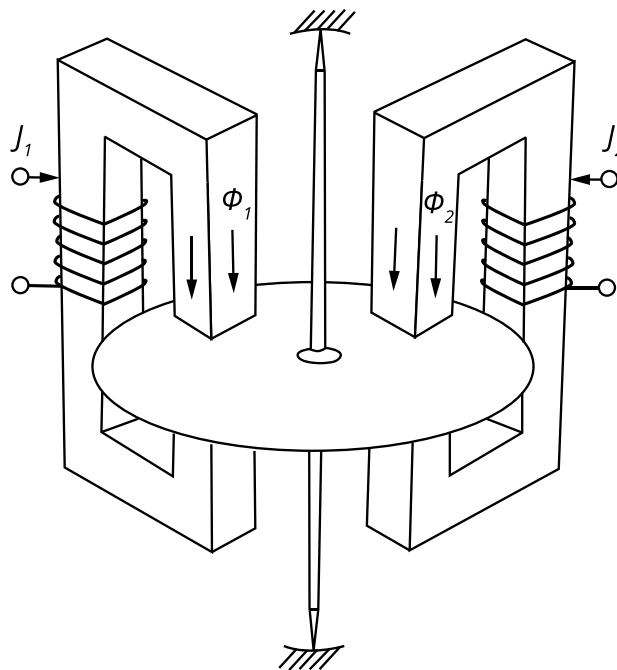


Rys. 3. Budowa miernika elektrodynamicznego. 1 – cewka stała, 2 – cewka ruchoma, 3 – sprężyna

Jeśli przez obie cewki popłynie prąd elektryczny, którego wartość chcemy zmierzyć, pola magnetyczne będą ze sobą oddziaływać, powodując wychylenie cewki ruchomej i przymocowanej do niej wskazówki. Ten efekt jest niezależny od kierunku przepływu prądu. Amperomierz elektrodynamiczny można stosować do pomiaru natężenia prądu stałego i zmiennego, także szybkozmiennego. To urządzenia dokładne, ale drogie. Najczęściej używa się ich w laboratoriach, jako mierniki wzorcowe.

- **W metalowej tarczy obrotowej indukują się prądy wirowe pod wpływem pól magnetycznych wytworzonych przez cewki, w których płynie zmienny prąd elektryczny**

Prądy wirowe także wytwarzają pole magnetyczne, które oddziałuje odpychająco z polem cewki, powodując obrót tarczy. Dla zwiększenia momentu napędowego stosuje się mierniki dwustrumieniowe (Rys. 4.).



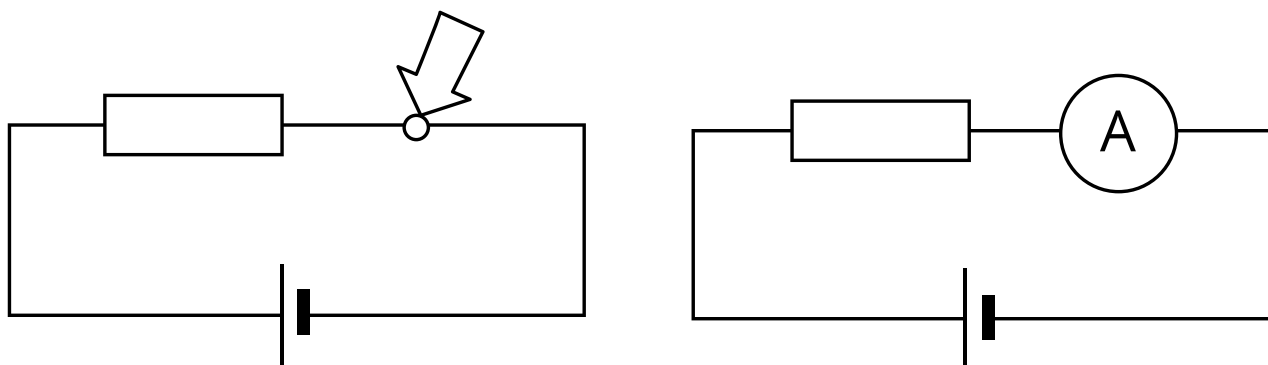
Rys. 4. Budowa miernika indukcyjnego dwustrumieniowego

[Miernik indukcyjny](#) może być wykorzystywany tylko do pomiaru prądu zmiennego, gdyż stały prąd elektryczny nie indukowałby prądów wirowych

w tarczy. Tego rodzaju konstrukcje stosuje się obecnie wyłącznie jako liczniki energii elektrycznej.

### ***Jak podłączyć amperomierz do obwodu?***

Jeżeli chcemy zmierzyć natężenie prądu przepływającego przez przewodnik w pewnym punkcie obwodu elektrycznego, musimy amperomierz włączyć szeregowo w ten obwód, czyli tak, jak pokazano na Rys. 5. W ten sposób, przez amperomierz przepływnie prąd, którego natężenie chcemy zmierzyć. Warto zauważyć, że miejsce włączenia urządzenia w obwód w tym przypadku jest obojętne. Zawsze zmierzy ono natężenie prądu (czyli szybkość przepływu ładunków elektrycznych, które przezeń przepływają).



Rys. 5. Sposób podłączenia amperomierza do badanego obwodu elektrycznego

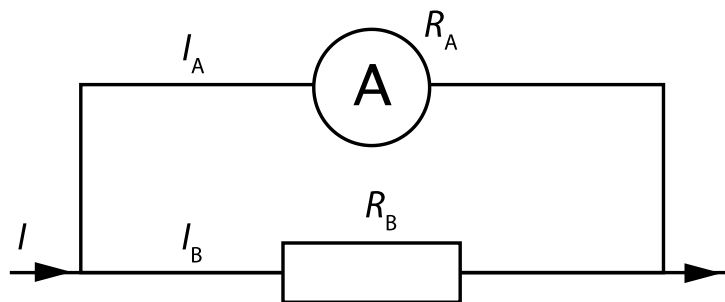
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Jeżeli amperomierz ma swój własny opór elektryczny, to po włączeniu go szeregowo w obwód suma oporów w obwodzie zwiększy się. Spowoduje to zmniejszenie natężenia płynącego przez miernik prądu. Wobec tego, zmierzone natężenie prądu będzie miało wartość zmniejszoną, a nie pierwotną. Idealny amperomierz powinien mieć więc opór elektryczny równy zero. Wiadomo, że w praktyce jest to niemożliwe.

### ***Jak zwiększyć zakres pomiarowy amperomierza?***

Aby pomiar natężenia prądu był jak najbardziej dokładny, musimy zastosować odpowiedni zakres pomiarowy. Próba odczytania wartości rzędu kilku mA, gdy skala obejmuje pomiary do 100 A, zakończy się tym, że nawet nie zauważymy wychylenia wskazówki miernika.

Konstruktorzy amperomierzy stosują różne rozwiązania techniczne, by można było mierzyć natężenie prądu w różnych zakresach. W niektórych przypadkach, możemy sami zmienić zakres pomiarowy urządzenia. Jeżeli dołączymy do niego dodatkowy opornik (tzw. bocznik) tak, jak na Rys. 6., możemy mierzyć większe natężenia prądu, nie narażając delikatnego ustroju miernika na zniszczenie.



Rys. 6. Bocznikowanie amperomierza magnetoelektrycznego

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

Założmy, że chcemy  $n$  razy zwiększyć zakres pomiarowy amperomierza. Całkowity prąd  $I$ , płynący przez urządzenie (Rys. 6.), wynosi więc  $n \cdot I_A$ . Równania pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa będą więc następujące:

$$n \cdot I_A = I_A + I_B \quad (3)$$

$$I_B \cdot R_B = I_A \cdot R_A \quad (4)$$

Opór bocznika musi więc mieć wartość:

$$R_B = \frac{R_A}{n-1} \quad (5)$$

Z powodów konstrukcyjnych, bocznikowanie stosuje się wyłącznie dla miernika magnetoelektrycznego.

## Słowniczek

### **Amperomierz**

(*ang.: ammeter*) przyrząd służący do pomiaru natężenia prądu elektrycznego.

### **Błąd paralaksy**

(*ang.: parallax error*) błąd odczytu z urządzenia pomiarowego wyposażonego we wskazówkę przesuwającą się nad skalą, spowodowany spojrzeniem pod kątem innym niż prosty.

### **Galwanometr**

(*ang.: galvanometer*) miernik służący do pomiaru bardzo małych natężeń prądu elektrycznego oraz kierunku jego przepływu. Jest urządzeniem magnetoelektrycznym.

### **Miernik elektrodynamiczny**

(*ang.: electrodynamic meter*) urządzenie do dokładnego pomiaru stałego i przemiennego napięcia, natężenia prądu elektrycznego lub jego mocy na zasadzie oddziaływania magnetycznego dwóch cewek, w których płynie prąd.

### **Miernik indukcyjny**

urządzenie do pomiaru pracy przemiennego prądu elektrycznego na zasadzie indukowania prądów wirowych w obracającej się tarczy.

### **Miernik magnetoelektryczny**

urządzenie do pomiaru stałego napięcia lub natężenia prądu elektrycznego na zasadzie siły działającej w polu magnetycznym na przewodnik z prądem.

# Film samouczek

---

## Jak działa amperomierz?

Obejrzyj film, przedstawiający budowę amperomierza magnetoelektrycznego. Zwróć uwagę na wyjaśnienie zjawisk fizycznych, jakie wykorzystuje taka konstrukcja. Oznaczenie różnymi kolorami różnych wielkości fizycznych ułatwi ci wyobrażenie sobie szczegółów budowy urządzenia.

Trwa wczytywanie danych..




Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1GjuBYHp>

---

Polecenie 1

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



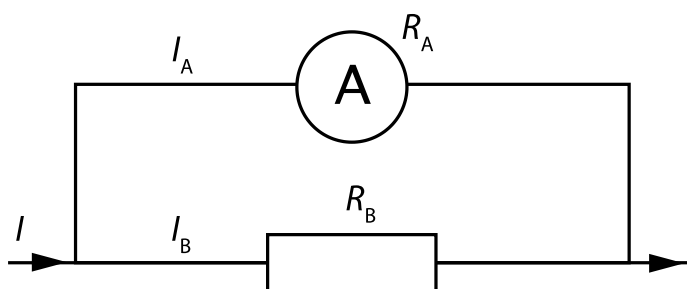
Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4

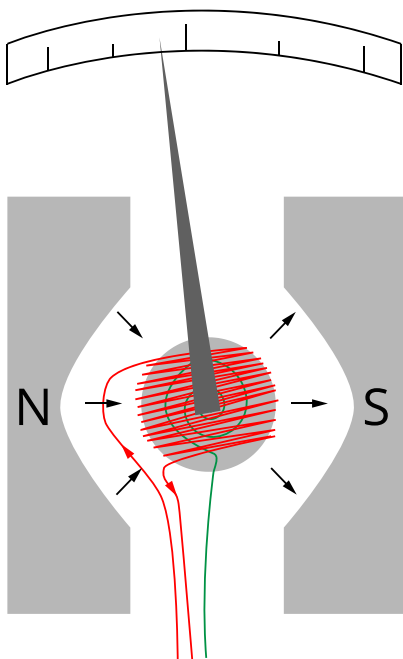


Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 5



## Ćwiczenie 6



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

## Ćwiczenie 7



## Ćwiczenie 8

# Dla nauczyciela

---

<b>Imię i nazwisko autora:</b>	Tomasz Sobiepan
<b>Przedmiot:</b>	Fizyka
<b>Temat zajęć:</b>	<b>Zasady działania amperomierzy i podłączania ich do obwodu.</b>
<b>Grupa docelowa:</b>	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
<b>Podstawa programowa:</b>	<p><b>Cele kształcenia - wymagania ogólne</b></p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p><b>Zakres rozszerzony</b></p> <p><b>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;</p> <p>VIII. Prąd elektryczny. Uczeń:</p> <p>2) posługuje się pojęciami natężenia prądu elektrycznego, napięcia elektrycznego oraz mocy wraz z ich jednostkami.</p>

<p><b>Kształtowane kompetencje kluczowe:</b></p>	<p><b>Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,</li> <li>• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,</li> <li>• kompetencje cyfrowe,</li> <li>• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.</li> </ul>
<p><b>Cele operacyjne:</b></p>	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. dowie się, jak działa amperomierz i jak się nim posługiwać.</li> <li>2. pozna sposób na zwiększenie zakresu pomiarowego amperomierza.</li> <li>3. zgromadzi wiedzę z różnych dziedzin fizyki, by wykorzystać ją w praktyce.</li> <li>4. zrozumie zasadę działania różnych rodzajów analogowych mierników elektrycznych.</li> <li>5. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania prostych problemów, na które może natrafić posługując się amperomierzami.</li> </ol>
<p><b>Strategie nauczania:</b></p>	<p>strategia odwróconej klasy</p>
<p><b>Metody nauczania:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pogadanka,</li> <li>- burza mózgów, w grupach,</li> <li>- gra dydaktyczna.</li> </ul>
<p><b>Formy zajęć:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład,</li> <li>- praca w grupach,</li> <li>- praca indywidualna w domu.</li> </ul>

<b>Środki dydaktyczne:</b>	- film-samouczek, - zestaw zadań.
<b>Materiały pomocnicze:</b>	e-materiał: „Jak działa amperomierz i jak go podłączyć do obwodu?”
<b>PRZEBIEG LEKCJI</b>	
<b>Faza wprowadzająca:</b>	
<p>Na wcześniejszej lekcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nauczyciel zaciekawia uczniów wskazując na mnogość zastosowań amperomierzy wokół nas i wielość rozwiązań konstrukcyjnych mierników;</li> <li>- nauczyciel zachęca uczniów do zrozumienia zasad działania różnych mierników i zadaje zapoznanie się w domu z niniejszym e-materiałem oraz wyszukanie w Internecie lub innych e-materiałach potrzebnych wiadomości z różnych dziedzin fizyki.</li> </ul> <p>Na właściwej lekcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nauczyciel rozpoznaje wiedzę wyjściową uczniów i efekty wykonania pracy domowej;</li> <li>- nauczyciel z uczniami uzgadnia cele do osiągnięcia na lekcji.</li> </ul>	
<b>Faza realizacyjna:</b>	

Jeżeli zasada działania któregoś z mierników jest niezrozumiała dla wszystkich uczniów, nauczyciel prowadzi pogadankę wyjaśniając niezrozumiałe elementy.

Nauczyciel dzieli klasę na 5 grup, każda otrzymuje inne zadanie: przygotować się do wyjaśnienia zasady działania miernika - 4 grupy dla 4 rodzajów mierników, zasad łączenia i bocznikowania amperomierza.

Po zakończeniu przygotowań, każda grupa zostawia przy stoliku sprawozdawcę, a sama przechodzi do sąsiedniego stolika. Sprawozdawcy mają 5 minut czasu na wytłumaczenie przybyłym zasady działania przydzielonego im miernika.

Sprawdzianem jest odpowiedź grupy na pytanie z zadania 1 i zadania 2, dotyczące omawianego miernika. Za każdą dobrą odpowiedź grupy sprawozdawca otrzymuje 1 pkt. Po 5 minutach następuje kolejna zmiana stolików, zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Rywalizację wygrywa ta grupa, której sprawozdawca zdobył najwięcej punktów.

#### **Faza podsumowująca:**

Uczniowie odnoszą się do postawionych celów lekcji.

Nauczyciel prowadzi krótką ewaluację procesu uczenia się prosząc kilku uczniów o dokończenie zdania: „Najbardziej się cieszę, że nauczyłem się dzisiaj ....”

Nauczyciel informuje, że do omawianych zagadnień będziemy wracać na różnych innych lekcjach (będzie okazja do uzupełnienia i pogłębienia wiedzy) oraz przekazuje uczniom informację zwrotną dotyczącą procesu uczenia się.

#### **Praca domowa:**

Uczniowie utrwalają wiedzę i umiejętności zdobyte w czasie lekcji przez rozwiązanie w domu zadania nr: 3, 4, 5 i 7.

Zadania 6 i 8 (problemowe) wykonują chętni uczniowie. Zadania te dają możliwość rozszerzenia ich w referat lub projekt.

<b>Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:</b>	Film samouczek można także wykorzystać jako materiał pomocniczy, podsumowujący lub rozszerzający przy prowadzeniu lekcji dotyczącej siły elektrodynamicznej.
--	--