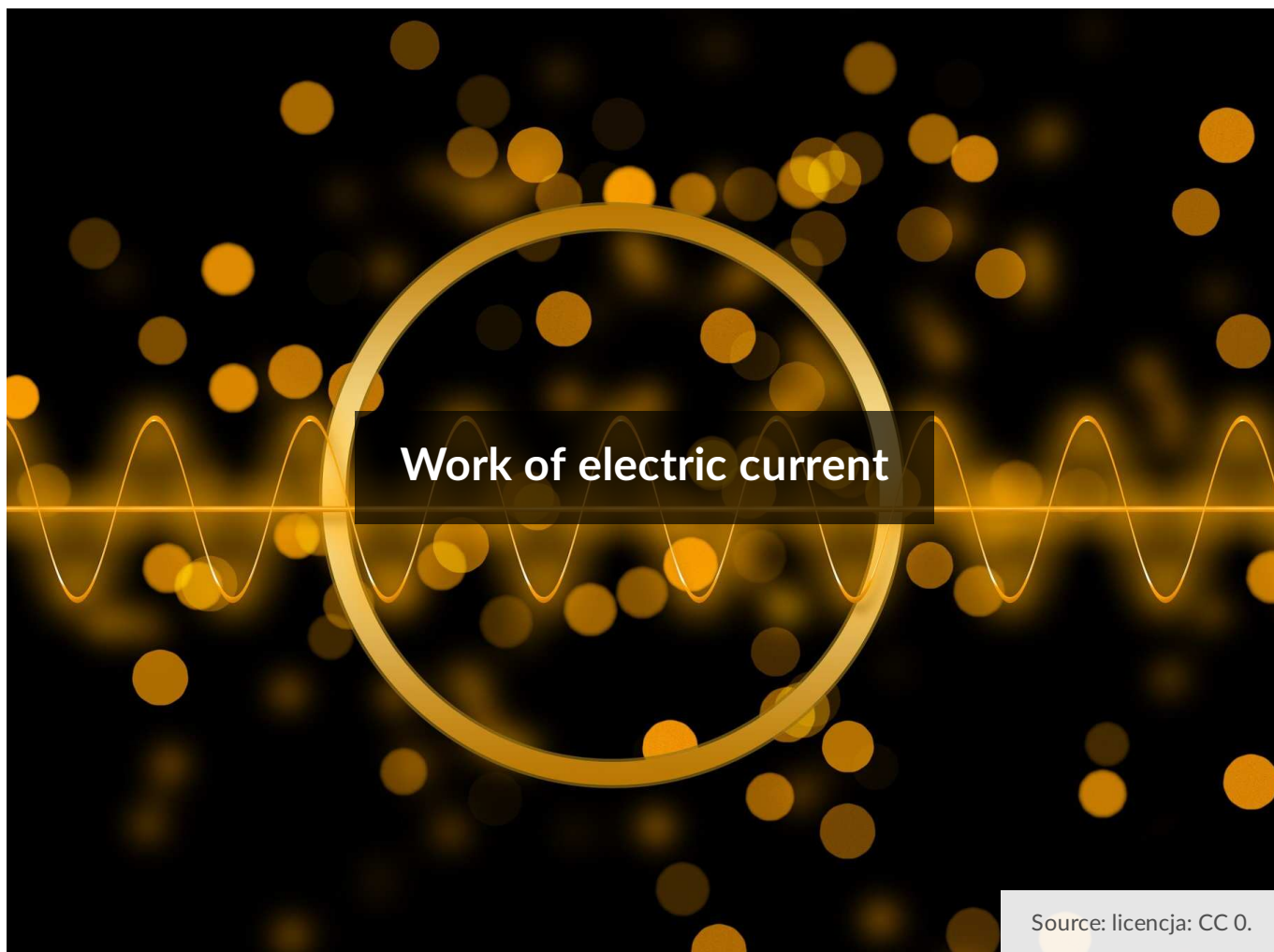




Work of electric current

- [Work of electric current](#)
- [Scenariusz](#)
- [Lesson plan](#)



Praca prądu elektrycznego

You will learn

- derive a formula for the work of electric current,
- three different forms that you will use depending on your needs in English.

Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Prepare answers to the following introductory questions for the lesson.

1. What is **electric current**?
2. What is the current intensity?
3. What is **voltage**?
4. Introduce Ohm's law.
5. What determines the resistance of a **conductor**?

Definition: Voltage

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The electrical **voltage** between the ends of a **conductor** is numerically equal to the amount of work that **electric forces** perform when moving the charge of one coulomb inside the conductor.

The definition of voltage as a formula:

$$U = \frac{W}{q}$$

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

From the above formula it is easy to determine the work done by electric forces:

$$W = qU$$

Usually, in practice, we rarely know what charge has flown through a given electricity receiver. However, in a fairly simple way we can measure the current flowing through it.

Using the definition of **electric current**:

$$I = \frac{q}{t}$$

we can directly determine the charge that has flown through the electricity receiver:

$$q = It$$

After inserting this to the formula for work, we will get the final formula:

$$W = UIt$$

where:

W - work done by **electric forces**,

U - **voltage** at the ends of the electricity receiver,

I - the intensity of current flowing through the electricity receiver,

t - duration of the **current flow**.

What are the effects of the current flow?

Thermal

Example:

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Electrons in a heating element of iron collide constantly with atoms, stimulating them to vibrate. Increased vibration of atoms is equivalent to increased temperature of the heating element of iron.

Mechanical

Example:

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The current flowing in the engine forces the interaction between the magnets inside the engine and the moving parts of the engine, causing them to rotate.

Light

Example:

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

Electrons, colliding with the atoms of the filament of the light bulb, heat it up and stimulate to glow.

Magnetic

Example:

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The **electric current** flowing in the winding of the electromagnet creates a magnetic field in the iron core.

Chemical

Example:

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The **current flow** through the aqueous sulfuric acid solution causes the disintegration of water molecules and the production of hydrogen and oxygen.



Effects of the current flow

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

The basic formula describing the work of **electric current** (DC current):

$$W = UIt$$

sometimes is not very easy to use. But we can modify the above formula a bit depending on our needs. We must make use of Ohm's law.

1. We substitute the expression for **voltage** $U = IR$ derived from Ohm's law. We then get:

$$W = I^2 Rt$$

2. We substitute the expression for current $I = \frac{U}{R}$ derived from Ohm's law. We then get:

$$W = \frac{U^2 t}{R}$$

Important!

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

nagranie abstraktu

All the above formulas for the work of **electric current** (DC current) are equivalent. We use them depending on the data we have.



Electricity meter prepared for installation in our apartments

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

If we look closely at the above figure, we will discover the symbol [kWh]. This is called kilowatt-hour. It is a unit of work done by electric current.

$$1 kWh = 1kW \cdot 1h = 1000 W \cdot 3600 s = 3,6 MJ$$

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie abstraktu

Whether we want it or not, we always pay for the work done, because we use large amounts of energy in domestic electrical installations, it is easier to express the energy consumed in [kWh].

Summary

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

- The work of **electric current** is calculated from the formulas: $W = UIt$ or $W = I^2Rt$ or $W = \frac{U^2t}{R}$.
- The unit of electricity is Joule [J] but more often kilowatt-hours [kWh] are used.
- One kilowatt-hour is equal to electricity consumed within 1 hour by a 1 kW receiver. It is equal to 3,6 megajoules: $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$.

Exercises

Exercise 1

Determine which sentence is true.



A voltage of 10 V is applied to the resistor with a resistance of 20 Ω . Within 1 seconds, 5 J energy is dissipated in the resistor.



On the bulb purchased in the store there is a label: 100 W, 200 V. When to this bulb the voltage of 200 V is applied for 1 minute, the energy of 100 J is dissipated in it.



Within 1 second, a current of 10 A flows through the resistor. If 20 A would flow through this resistor at the same time, it would double the energy dissipated in the resistor.



Resistors with different resistance are connected to the same voltage. The work done by the electric current on these resistors in the same time intervals is the same.

zadanie

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

Exercise 2

The electric motor was supplied with a voltage of 1000 V. A current of 10 A flows through it.

a) Calculate the resistance of the electric motor.

b) How long does it take to do 1 GJ of work?

Exercise 3

Write in English shortly why using electric motors is more economical than internal combustion engines?

Exercise 4

Indicate which pairs of expressions or words are translated correctly.

napięcie - conductor

przepływ prądu - current flow

siły elektryczne - electric flows

przewodnik - voltage

prąd elektryczny - electric current

Match Polish terms with their English equivalents.

- prąd elektryczny
- napięcie
- voltage
- przepływ prądu
- siły elektryczne
- electric current
- electric forces
- conductor
- przewodnik
- current flow

Source: Zespół autorski Politechniki Łódzkiej, licencja: CC BY 3.0.

Glossary

conductor

przewodnik

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: conductor

current flow

przepływ prądu

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: current flow

electric current

prąd elektryczny

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: electric current

electric forces

siły elektryczne

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: electric forces

voltage

napięcie

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Source: GroMar, licencja: CC BY 3.0.

wymowa w języku angielskim: voltage

Keywords

current flow

electric current

voltage

Scenariusz

Temat

Praca prądu elektrycznego

Etap edukacyjny

Drugi

Podstawa programowa

VI. Elektryczność. Uczeń:

10) posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego wraz z ich jednostkami; stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami; przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie.

Czas

45 minut

Ogólny cel kształcenia

Wyprowadzenie wzoru na pracę prądu stałego.

Kształtowane kompetencje kluczowe

1. Przypomnienie definicji napięcia.
2. Wyprowadzenie wzoru na pracę w trzech postaciach.
3. Stosowanie wzoru na pracę w sytuacjach typowych i nowych.

Cele (szczegółowe) operacyjne

Uczeń:

- potrafi wyprowadzić wzór na pracę prądu elektrycznego,
- stosuje różne wzory na pracę prądu elektrycznego w zależności od potrzeb.

Metody kształcenia

1. Pogadanka przedstawiająca nowe wiadomości.

2. Dyskusja rozwijająca się w toku wspólnego rozwiązywania problemu przez klasę lub grupę.

Formy pracy

1. Praca indywidualna lub w grupach.
2. Współpraca uczniów z nauczycielem podczas dyskusji rozwijającej.

Etapy lekcji

Wprowadzenie do lekcji

Przygotuj odpowiedzi na następujące pytania wprowadzające do lekcji.

1. Co to jest prąd elektryczny?
2. Co to jest natężenie prądu elektrycznego?
3. Co to jest napięcie?
4. Przedstaw prawo Ohma.
5. Od czego zależy opór przewodnika?

Realizacja lekcji

Definicja napięcia (przypomnienie).

Napięcie elektryczne między końcami przewodnika jest równe liczbowo pracy, jaką wykonują siły elektryczne przy przesunięciu wewnątrz przewodnika ładunku jednego kulomba.

Definicja napięcia w postaci wzoru:

$$U = \frac{W}{q}$$

Z powyższego wzoru łatwo daje się wyznaczyć pracę wykonywaną przez siły elektryczne:

$$W = q \cdot U$$

Zazwyczaj w praktyce bardzo rzadko znamy jaki ładunek przepłynął przez dany odbiornik energii elektrycznej. Natomiast w dość prosty sposób możemy zmierzyć natężenie prądu płynącego przezeń.

Korzystając z definicji natężenia prądu elektrycznego:

$$I = \frac{q}{t}$$

możemy bezpośrednio wyznaczyć ładunek, który przepłynął przez odbiornik energii elektrycznej:

$$q = I \cdot t$$

Po wstawieniu otrzymanej zależności do wzoru na pracę otrzymamy ostatecznie poszukiwany wzór końcowy:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

gdzie:

W – praca wykonana przez siły elektryczne,

U – napięcie panujące na końcach odbiornika energii elektrycznej,

I – natężenie prądu przepływającego przez odbiornik energii elektrycznej,

t – czas trwania przepływu prądu.

Jakie mogą być skutki przepływu prądu?

- cieplne

Przykład:

Elektrony w spirali żelazka zderzają się nieustannie z atomami, pobudzając je do drgań. Zwiększone drgania atomów równoznaczne są ze zwiększeniem temperatury spirali żelazka.

- mechaniczne

Przykład:

Płynący w silniku prąd wymusza oddziaływanie pomiędzy magnesami znajdującymi się we wnętrzu silnika a ruchomymi częściami silnika, powodując ich obrót.

- świetlne

Przykład:

Elektrony zderzając się z atomami włókna żarówki, podgrzewają je, pobudzając do świecenia.

- magnetyczne

Przykład:

Płynący w uzwojeniach elektromagnesu prąd elektryczny powoduje powstanie pola magnetycznego w żelaznym rdzeniu.

- chemiczne

Przykład:

Przepływ prądu przez wodny roztwór kwasu siarkowego powoduje rozpad cząsteczek

wody oraz wydzielanie się wodoru i tlenu.

[Slideshow]

Podstawowy wzór opisujący pracę prądu stałego:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

czasami bywa mało wygodny w stosowaniu. Ale możemy powyższy wzór trochę zmodyfikować w zależności od potrzeb. Musimy przy tym skorzystać z prawa Ohma.

1. Z prawa Ohma podstawiamy wyrażenie na napięcie $U = I \cdot R$. Otrzymujemy wtedy:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

2. Z prawa Ohma podstawiamy wyrażenie na natężenie prądu elektrycznego $I = \frac{U}{R}$. Otrzymamy wtedy:

$$W = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

Uwaga:

Wszystkie powyższe wzory na pracę prądu stałego są równoważne sobie. Stosujemy je w zależności od danych, którymi dysponujemy.

Co pokazuje licznik energii elektrycznej?

[Ilustracja 1]

Jeżeli przyjrzymy się dokładnie powyższej ilustracji, to odkryjemy symbol kWh. Jest to tzw. kilowatogodzina. Jest to jednostka pracy wykonanej przez prąd elektryczny.

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ MJ}$$

Czy tego chcemy, czy nie zawsze płacimy za wykonaną pracę. Ponieważ w domowych instalacjach elektrycznych zużywamy duże ilości energii, łatwiej wyrażać zużyta energię w kWh.

Podsumowanie lekcji

- Pracę prądu elektrycznego oblicza się ze wzorów:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

lub

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

lub

$$W = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

- Jednostką energii elektrycznej jest dżul (J), ale częściej używa się kilowatogodziny (kWh).
- Jedna kilowatogodzina jest równa energii elektrycznej zużytej w ciągu 1 godziny przez odbiornik o mocy 1 kW. Jest równa 3,6 megadżula: 1 kWh = 3,6 MJ.

Lesson plan

Topic

Work of electric current

Level

Second

Core curriculum

VI. Electricity. The student:

10) uses the concept of work and power of **electric current** and their units; applies the relationship between these quantities to the calculations; converts electric energy expressed in kilowatt-hours into joules and conversely.

Timing

45 minutes

General learning objectives

Derivation of the formula for the work of electric current (DC current).

Key competences

1. Reminding definition of **voltage**.
2. Derivation of the formula for the work in three forms.
3. Applying the formula for the electrical work in typical and new situations.

Operational (detailed) goals

The student:

- derives the formula for the work of electric current,
- applies different formulas for the work of electric current depending on his needs.

Methods

1. A talk presenting new information.
2. Discussion developing in the course of common problem solving by a class or group.

Forms of work

1. Individual or group work.
2. Cooperation between students and the teacher during the developing discussion.

Lesson stages

Introduction

Prepare answers to the following introductory questions for the lesson.

1. What is electric current?
2. What is the current intensity?
3. What is voltage?
4. Introduce Ohm's law.
5. What determines the resistance of a **conductor**?

Procedure

Voltage definition (reminder).

The electrical voltage between the ends of a **conductor** is numerically equal to the amount of work that **electric forces** perform when moving the charge of one coulomb inside the conductor.

The definition of voltage as a formula:

$$U = \frac{W}{q}$$

From the above formula it is easy to determine the work done by electric forces:

$$W = q \cdot U$$

Usually, in practice, we rarely know what charge has flown through a given electricity receiver. However, in a fairly simple way we can measure the current flowing through it.

Using the definition of **electric current**:

$$I = \frac{q}{t}$$

we can directly determine the charge that has flown through the electricity receiver:

$$q = I \cdot t$$

After inserting this to the formula for work, we will get the final formula:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

where:

W - work done by **electric forces**,

U - **voltage** at the ends of the electricity receiver,

I - the intensity of current flowing through the electricity receiver,

t - duration of the **current flow**.

What are the effects of the current flow?

- thermal

Example:

Electrons in a heating element of iron collide constantly with atoms, stimulating them to vibrate. Increased vibration of atoms is equivalent to increased temperature of the heating element of iron.

- mechanical

Example:

The current flowing in the engine forces the interaction between the magnets inside the engine and the moving parts of the engine, causing them to rotate.

- light

Example:

Electrons, colliding with the atoms of the filament of the light bulb, heat it up and stimulate to glow.

- magnetic

Example:

The **electric current** flowing in the winding of the electromagnet creates a magnetic field in the iron core.

- chemical

Example:

The **current flow** through the aqueous sulfuric acid solution causes the disintegration of water molecules and the production of hydrogen and oxygen.

[Slideshow]

The basic formula describing the work of **electric current** (DC current):

$$W = U \cdot I \cdot t$$

sometimes is not very easy to use. But we can modify the above formula a bit depending on our needs. We must make use of Ohm's law.

1. We substitute the expression for **voltage** $U = I \cdot R$ derived from Ohm's law. We then get:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

2. We substitute the expression for current $I = \frac{U}{R}$ derived from Ohm's law. We then get:

$$W = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

Note:

All the above formulas for the work of electric current (DC current) are equivalent. We use them depending on the data we have.

What does the electricity meter show?

[Illustration 1]

If we look closely at the above figure, we will discover the symbol kWh. This is called kilowatt-hour. It is a unit of work done by **electric current**.

$$1 kWh = 1 kW \cdot 1 h = 1000 W \cdot 3600 s = 3,6 MJ$$

Whether we want it or not, we always pay for the work done, because we use large amounts of energy in domestic electrical installations, it is easier to express the energy consumed in kWh.

Lesson summary

- The work of electric current is calculated from the formulas:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

or

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

or

$$W = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

- The unit of electricity is Joule (J) but more often kilowatt-hours [kWh] are used.

- One kilowatt-hour is equal to electricity consumed within 1 hour by a 1 kW receiver. It is equal to 3,6 megajoules: $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$.

Selected words and expressions used in the lesson plan

conductor

current flow

electric current

electric forces

voltage