FIZYKA

Kl. 8

Data: 02.06.2020 r. , 03.06.2020 r

Temat lekcji: Prąd elektryczny. Napięcie elektryczne i natężenie prądu.

Na dzisiejszej lekcji dowiem się na czym polega przepływ prądu elektrycznego i poznam dwie wielkości fizyczne napięcie i natężenie prądu.

Rys. Danuta Sterna

Przepływ ładunków elektrycznych

Wiesz już, co to jest ładunek elektryczny oraz w jaki sposób ładunki jednoimienne i różnoimienne oddziałują ze sobą. Wiesz także, że w niektórych substancjach (np. w metalach) ładunki elektryczne mogą się swobodnie przemieszczać. Teraz zajmiemy się zjawiskami związanymi z uporządkowanym ruchem ładunków elektrycznych, czyli prądem elektrycznym.

Żarówka świeci, gdy przez jej włókno przepływają elektrony. Mówimy wówczas, że przez włókno **płynie prąd elektryczny**.

Prąd elektryczny w metalu to uporządkowany ruch elektronów swobodnych.

Zwróć uwagę na określenie „uporządkowany". W każdym metalu elektrony swobodne nieustannie się poruszają, jest to jednak ruch bezładny, chaotyczny, dlatego nie nazywamy go prądem.

Napięcie elektryczne

Między biegunami baterii jest **napięcie elektryczne**. Oznacza to, że gdy bieguny połączymy przewodem, popłynie między nimi prąd, czyli w przewodzie zaczną się przemieszczać elektrony. Bateria jest zatem **źródłem napięcia**. Źródłami napięcia są także prądnice, baterie słoneczne itd.

Uwaga. W wielu doświadczeniech będziemy wykorzystywać okrągłe ogniwa. W **ogniwie** napięcie powstaje dzięki reakcjom chemicznym. Potocznie ogniwa nazywane są bateriami, choć, mówiąc bardziej ściśle, bateria to kilka ogniw. Na przykład bateria 9 V składa się z sześciu ogniw 1,5 V każde we wspólnej obudowie (patrz zdjęcie wyżej).

Elektryk odizolowany od ziemi może bez obaw dotykać przewodu pod napięciem.

Aby popłynął prąd, obwód pomiędzy biegunami źródła napięcia musi być zamknięty, tzn. bieguny muszą być połączone przewodnikiem.

Elektrony przemieszczają się od ujemnego bieguna baterii przez przewód, żarówkę, drugi przewód, aż do bieguna dodatniego. Ale na tym się nie kończy, przemieszczają się one dalej od dodatniego do ujemnego bieguna wewnątrz baterii.

Możemy teraz wyjaśnić, dlaczego ptaki mogą bezpiecznie siadać na przewodach pod napięciem. Otóż ptak dotyka **tylko** przewodu, nie dotyka ziemi, więc obwód nie jest zamknięty i prąd nie może popłynąć. Gdyby ptak dotknął jednocześnie przewodu i słupa, zostałby natychmiast porażony.

Również człowiek jest bezpieczny, gdy dotyka tylko jednego przewodu, a nie jest podłączony do ziemi. Ten fakt wykorzystują monterzy naprawiający linie elektryczne (patrz rysunek obok). Muszą oni jednak bardzo uważać, aby nie dotknąć słupa lub ciał połączonych przewodnikiem z ziemią, zostaliby bowiem porażeni.

Zwarcie

Doświadczenie

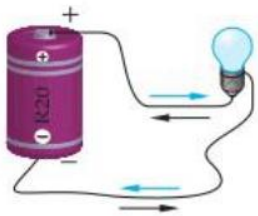
1. Do baterii (np. 1,5 V) podłącz żarówkę tak, aby świeciła.
2. Na chwilę połącz przewodem bieguny baterii. Czy żarówka nadal świeci?

W tym doświadczeniu żarówka i bateria tworzyły obwód zamknięty, ale po podłączeniu dodatkowego przewodu powstał drugi obwód. W przewodzie ładunki przemieszczają się łatwiej niż przez żarówkę, dlatego prąd praktycznie omija żarówkę.
Taką sytuację nazywamy **zwarciem**. Prowadzi ono do szybkiego rozładowania baterii. Prąd zwarcia płynie zawsze wtedy, gdy połączymy przewodnikiem bieguny baterii. Żarówka w doświadczeniu pomogła go tylko zaobserwować.

Kierunek przepływu prądu a kierunek ruchu elektronów

Przyjęto, że prąd płynie „od plusa do minusa", tak jakby zawsze przemieszczały się ładunki dodatnie.
Jednak prąd elektryczny w metalach to przemieszczanie się elektronów, które mają ładunek ujemny. Przemieszczają się one od bieguna ujemnego do bieguna dodatniego baterii.

Elektrony przepływają od ujemnego do dodatniego bieguna baterii, jednak kierunek przepływu prądu uważa się umownie za przeciwny.



Niebieskie strzałki wskazują umowny kierunek przepływu prądu – od plusa do minusa, a czarne – rzeczywisty kierunek ruchu elektronów – od minusa do plusa.

Całe to zamieszanie wywodzi się z czasów, gdy nie znano jeszcze elektronów ani atomów. Uważano wówczas, że prąd to przemieszczanie się ładunków dodatnich. Dziś wiemy, że w metalach jest inaczej, ale umowa co do kierunku prądu pozostała.

Elektrony nie muszą dopłynąć do przewodu

Elektrony swobodne znajdują się w przewodzie zawsze – także wtedy, gdy nie płynie w nim prąd. Gdy zamykamy obwód, elektrony zaczynają się poruszać w sposób uporządkowany. Ten ruch odbywa się z prędkością ślimaka. Gdyby elektrony musiały dopiero dotrzeć z przełącznika do żarówki, na zapalenie latarki czekalibyśmy kilka sekund od wciśnięcia przycisku, a na włączenie lampy w pokoju – nawet kilka minut.

Wyobraź sobie uczniów w sali gimnastycznej, którzy na gwizdek nauczyciela zaczynają biec dookoła sali (jak na rysunku). Uczniowie (odpowiedniki elektronów) biegną z prędkością kilkunastu kilometrów na godzinę, a sygnał gwizdka rozchodzi się z prędkością dźwięku – ponad 1000 $\frac{km}{h}$.

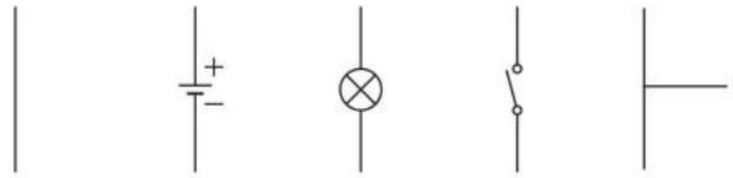
W chwili zamknięcia obwodu wszystkie swobodne elektrony zaczynają się poruszać niezależnie od odległości od przełącznika, podobnie jak wszyscy uczniowie zaczynają biec, gdy usłyszą dźwięk gwizdka.

Podobnie jak elektrony w przewodzie uczniowie rozpoczynają swój ruch prawie równocześnie.

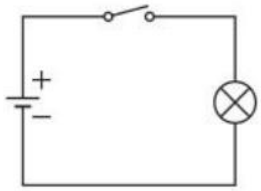
Symbole elementów w obwodach elektrycznych

Rysując obwód elektryczny, dotychczas umieszczaliśmy na nim rysunek baterii lub żarówki. Łatwiej jednak posługiwać się umownymi symbolami przedstawionymi poniżej.

W miarę potrzeby będziemy wprowadzać symbole innych elementów obwodu.



przewód elektryczny | *bateria* | *żarówka* | *wyłącznik* | *połączenie przewodów*



Obok przedstawiono schemat prostego obwodu złożonego z baterii, żarówki i wyłącznika.

Przewodnik czy izolator?

Zbadaliśmy już, że przez różne substancje mogą się przemieszczać elektrony pochodzące z naelektryzowanych ciał. Dokładnie tak samo przemieszczają się elektrony z baterii. Opisane na kolejnej stronie doświadczenie pozwala sprawdzić, czy interesująca nas substancja jest przewodnikiem czy izolatorem.

Podsumowanie

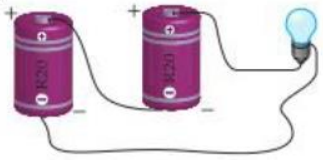
- Prąd elektryczny w metalu to uporządkowany ruch elektronów swobodnych.
- Prąd elektryczny płynie tylko w obwodzie zamkniętym.
- Gdy w obwodzie następuje zwarcie, prąd płynie „łatwiejszą" drogą.
- Prąd elektryczny (przepływ ładunków elektrycznych) można porównać z przepływem wody. Napięciu odpowiada różnica poziomów wody.
- Aby narysować schemat obwodu elektrycznego, stosujemy symbole umowne.
- Elektrony w obwodzie przemieszczają się od ujemnego do dodatniego bieguna baterii, jednak kierunek przepływu prądu uważa się umownie za przeciwny.

Pytania i zadania

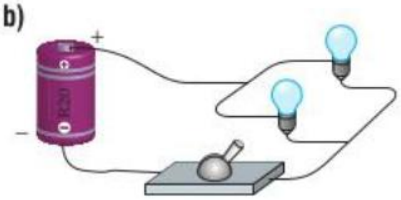
Odpowiedzi i rozwiązania zapisz w zeszycie

1. Narysuj w zeszycie schemat każdego z obwodów przedstawionych na rysunkach.

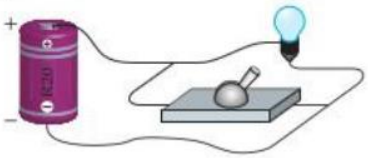
a)



b)

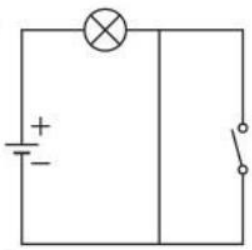


c)

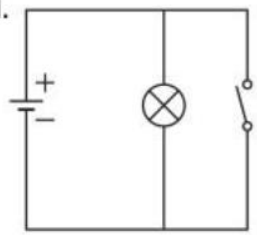


2. Dopasuj opisy A–D do schematów obwodów I–IV.

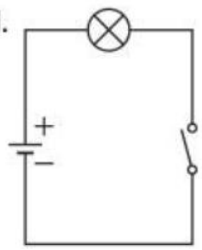
I.



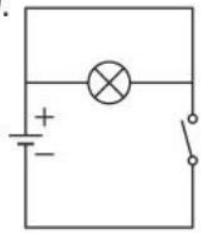
II.



III.



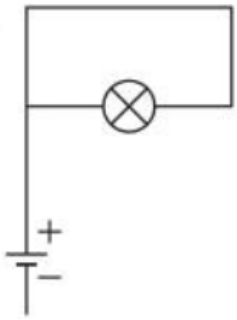
IV.



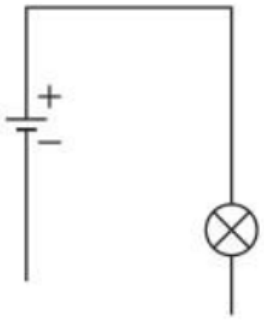
A. Żarówka świeci – niezależnie od tego, czy wyłącznik jest zamknięty czy otwarty.
B. Żarówka nie świeci – niezależnie od tego, czy wyłącznik jest zamknięty czy otwarty.
C. Żarówka świeci wtedy, gdy wyłącznik jest zamknięty.
D. Żarówka świeci wtedy, gdy wyłącznik jest otwarty.

3. Wskaż obwód, w którym żarówka świeci.

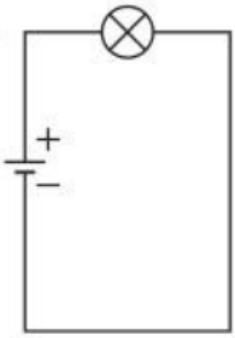
A.



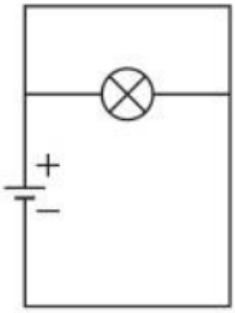
C.



B.



D.



Wodospady i żarówki

Czy wiesz, że w Polsce znajduje się wodospad wyższy od słynnej Niagary? Jest to Siklawa na potoku Roztoka w Tatrach. Niagara ma 64 m wysokości, a Siklawa – aż 70 m. Jednak w każdej sekundzie przez Niagarę przepływa 6000 m^3 wody, a przez Siklawę – tylko 0,5 m^3.

Wysokość wodospadu to zupełnie co innego niż ilość wody przepływającej przez niego w ciągu sekundy.

Napięcie elektryczne pomiędzy przewodami dochodzącymi do lampki nocnej wynosi 230 V. W wypadku reflektora długich świateł w samochodzie wynosi ono tylko 12 V. Jednak przez lampkę nocną w ciągu sekundy przepływa ładunek elektryczny równy tylko 0,1 C, a przez reflektor samochodowy – aż 5 C.

Napięcie to zupełnie co innego niż ilość ładunku przepływającego przez żarówkę w ciągu sekundy.

Gdy porównamy prąd elektryczny, czyli przepływ ładunków elektrycznych, z przepływem wody przez wodospad, napięciu odpowiada wysokość wodospadu. Natomiast ilość wody przepływającej w ciągu sekundy odpowiada innej wielkości – natężeniu prądu.

Napięcie elektryczne odpowiada wysokości wodospadu. Dlatego mówimy: „wysokie napięcie", a nie: „duże napięcie".

Napięcie elektryczne

Gdy żarówkę podłączymy do baterii, energia elektryczna zmienia się w energię światła, energię promieniowania cieplnego i energię wewnętrzną. Im większy ładunek przepłynie, tym więcej energii uzyskamy.

W przypadku okrągłego ogniwa (jak na zdjęciu obok) na każdy ładunek 1 C przypada 1,5 J energii. Mówimy, że napięcie między biegunami ogniwa wynosi 1,5 $\frac{J}{C}$, czyli krótko: 1,5 V (1,5 wolta).

Wszystkie te ogniwa mają jednakowe napięcie 1,5 V.

Napięcie elektryczne między dwoma punktami obwodu określa ilość energii elektrycznej, która zmieni się w inne rodzaje energii, gdy między tymi punktami przepłynie ładunek jednostkowy, czyli 1 C.

Jednostką napięcia jest **wolt** $\left(1\ V = 1\ \frac{J}{C}\right)$.

Przykład 1. Gdy przez grzałkę przepłynął ładunek 5 C, wówczas 50 J energii elektrycznej zmieniło się w energię wewnętrzną i energię promieniowania cieplnego. Do jakiego napięcia podłączono grzałkę?

Skoro na 5 C przypada 50 J energii, to na 1 C przypada 10 J. Napięcie wynosiło więc 10 $\frac{J}{C}$, czyli 10 V.

Odpowiedź: Grzałkę podłączono do napięcia 10 V.

Ładunek elektryczny oznaczamy literą q, a napięcie – literą U. Przykład 1. pokazuje, że napięcie można obliczać ze wzoru:

napięcie = $\frac{\text{energia}}{\text{ładunek}}$ $U = \frac{E}{q}$

Przykład 2. Żarówka latarki zasilana jest napięciem 3 V. Ile energii elektrycznej zużyje, gdy przepłynie przez nią ładunek 5,2 C?

Sposób I

Podane napięcie oznacza, że przy ładunku 1 C żarówka zużywa 3 J energii elektrycznej. Przy ładunku 5,2 C energia jest 5,2 razy większa, wynosi więc $5{,}2 \cdot 3\ \text{J} = 15{,}6\ \text{J}$.

Sposób II

Wzór:

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

przekształcamy do postaci:

$$E = U \cdot q$$

Podstawiamy dane:

$$E = 3\ \text{V} \cdot 5{,}2\ \text{C} = 3\ \frac{\text{J}}{\text{C}} \cdot 5{,}2\ \text{C} = 15{,}6\ \text{J}$$

Odpowiedź: Żarówka zużyje 15,6 J energii elektrycznej.

Natężenie prądu

Napięcie elektryczne nie jest jedyną wielkością pozwalającą opisywać zjawiska elektryczne. Równie ważnym pojęciem jest natężenie prądu.

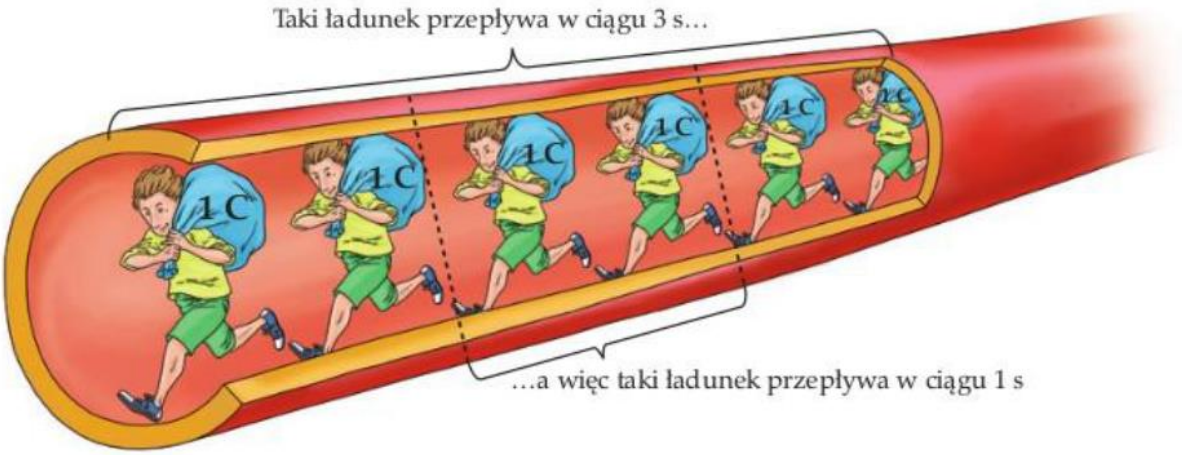
Natężenie prądu elektrycznego to wielkość określająca ilość ładunku elektrycznego przepływającego w ciągu sekundy przez określone miejsce w obwodzie.

Ćwiczenie. Jakie jest natężenie prądu płynącego przez żarówki lampki nocnej i reflektora samochodowego, o których była mowa na początku lekcji?

Przykład 3. Oblicz natężenie prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę w reflektorze samochodowym, jeśli w ciągu 3 s przepłynął przez nią ładunek 6 C.

Skoro przez żarówkę w reflektorze samochodowym w ciągu 3 s przepłynął ładunek 6 C, to oznacza, że na 1 s przypada ładunek $6\ \text{C} : 3 = 2\ \text{C}$. Prąd ma więc natężenie $2\ \frac{\text{C}}{\text{s}}$.

Odpowiedź: Przez żarówkę płynie prąd o natężeniu $2\ \frac{\text{C}}{\text{s}}$.



Z przykładu 3. wynika, że aby obliczyć natężenie prądu, dzielimy przepływający ładunek przez czas, w którym ten ładunek przepływał. Natężenie prądu oznaczamy literą I, możemy więc zapisać wzór:

$$\text{natężenie prądu} = \frac{\text{ładunek}}{\text{czas}} \qquad I = \frac{q}{t}$$

Jednostką natężenia prądu jest zatem kulomb na sekundę $\left(\frac{\text{C}}{\text{s}}\right)$. Ta jednostka ma specjalną nazwę: **amper** i oznaczana jest literą A.

$$1\ \text{A} = 1\ \frac{\text{C}}{\text{s}}$$

Nazwa amper pochodzi od nazwiska francuskiego uczonego André Marie Ampère'a (czyt. andre mari ampera), który przyczynił się m.in. do rozwoju nauki o elektryczności.

PRZYKŁAD

Obliczanie wartości ładunku elektrycznego

Oblicz wartość ładunku elektrycznego, który przepłynął w ciągu 2 minut przez poprzeczny przekrój przewodnika. Natężenie prądu wynosiło 20 mA.

Dane:
$t = 2\ \text{min} = 120\ \text{s}$
$I = 20\ \text{mA} = 0{,}02\ \text{A}$

Szukane:
$q = ?$

Przedrostek m (czyt. mili) to $\frac{1}{1000}$, zatem
$20\ \text{mA} = 20 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{A} = 0{,}02\ \text{A}$.

Rozwiązanie:
Przekształcamy wzór definiujący natężenie prądu: $I = \frac{q}{t}$ i otrzymujemy:

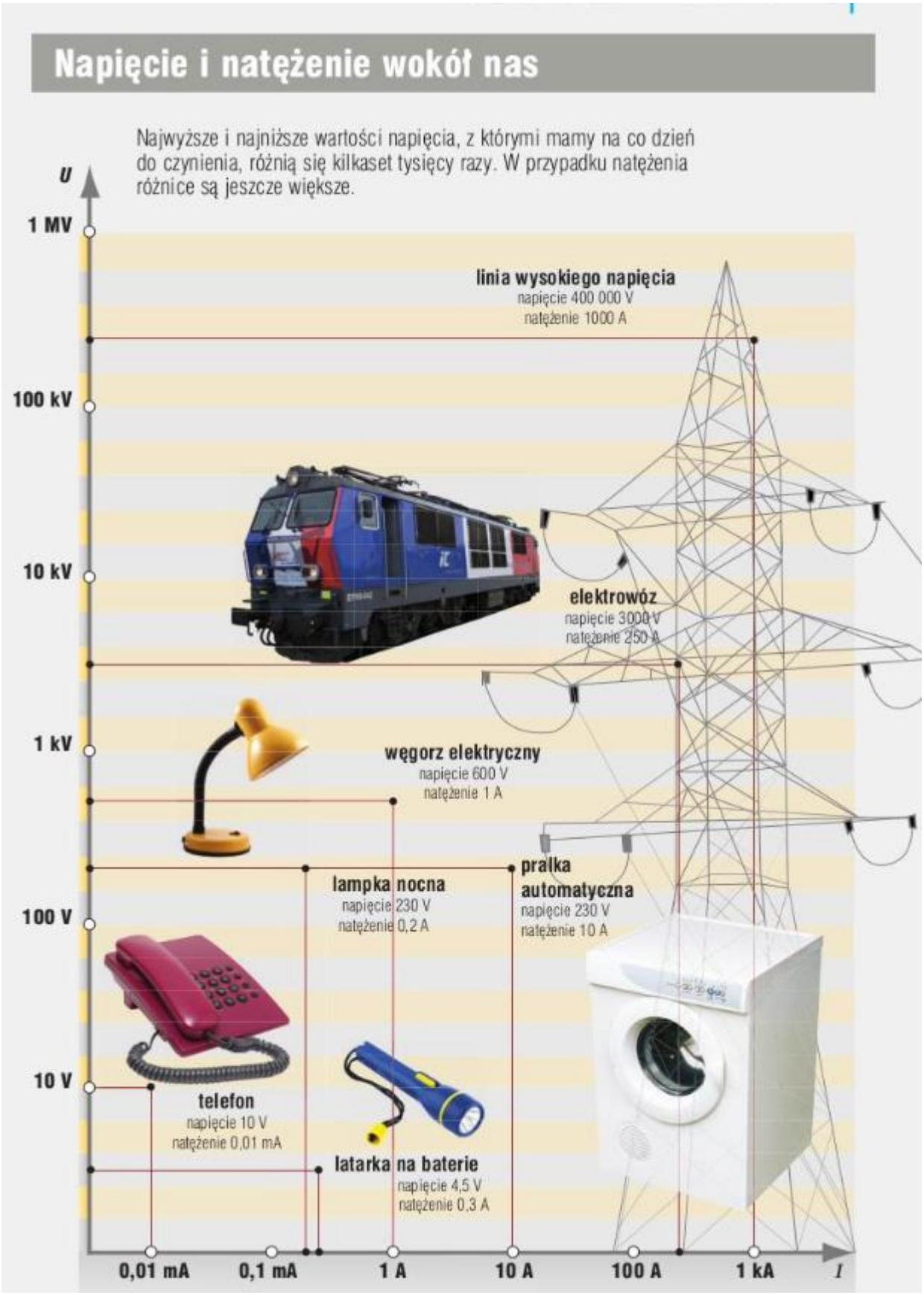
$$q = I \cdot t$$

Podstawiamy dane liczbowe: $q = 0{,}02\ \text{A} \cdot 120\ \text{s} = 2{,}4\ \text{C}$

Odpowiedź: Przez poprzeczny przekrój przewodnika w ciągu 2 minut przepłynął ładunek 2,4 C.

Napięcie i natężenie wokół nas

Najwyższe i najniższe wartości napięcia, z którymi mamy na co dzień do czynienia, różnią się kilkaset tysięcy razy. W przypadku natężenia różnice są jeszcze większe.



Podsumowanie

- Napięcie między dwoma punktami obwodu określa, ile energii elektrycznej zmieni się w inne rodzaje energii, gdy między tymi punktami przepłynie ładunek jednostkowy, czyli 1 C.
- Jednostką napięcia jest wolt $\left(1\ \text{V} = 1\ \frac{\text{J}}{\text{C}}\right)$.
- Natężenie prądu elektrycznego to wielkość określająca ilość ładunku elektrycznego przepływającego w ciągu sekundy przez określone miejsce w obwodzie.
- Jednostką natężenia jest amper $\left(1\ \text{A} = 1\ \frac{\text{C}}{\text{s}}\right)$. Prąd o natężeniu 1 A płynie wtedy, gdy w ciągu 1 sekundy przez określone miejsce w obwodzie (dokładniej: przez przekrój poprzeczny przewodnika w tym obwodzie) przepływa ładunek 1 C.
- Jeśli porównamy prąd elektryczny z przepływem wody, napięciu odpowiada różnica poziomów, a natężeniu – ilość wody przepływającej w ciągu sekundy.

Pytania i zadania

Odp

1. Wodospad Niagara ma wysokość 64 m, a wodospad Wiktorii 108 m. Jednak przez pierwszy z nich w ciągu sekundy przepływa 6000 m^3 wody, a przez drugi 1090 m^3. Określ, który z nich ma większe „natężenie przepływu wody", a który – wyższe „napięcie".

2. Grzałka pracująca pod napięciem 20 V przekształciła 1000 J energii elektrycznej w energię wewnętrzną i energię promieniowania cieplnego. Oblicz ładunek, który przepłynął przez tę grzałkę.

3. Oblicz energię elektryczną zużytą przez wiertarkę zasilaną z akumulatora o napięciu 12 V, jeżeli przepłynie przez nią ładunek 20 C.

4. Oblicz natężenie prądu w następujących sytuacjach:
a) przez silnik odkurzacza w ciągu 4 s przepłynął ładunek 18 C,
b) przez diodę świecącą w ciągu minuty przepłynął ładunek 3 C.

5. Oblicz ładunek, jaki przepłynie przez obwód w czasie t przy natężeniu I.
a) $t = 3$ s, $I = 50$ mA
b) $t = 20$ s, $I = 100$ mA

#zostań w domu

FIZYKA

Kl. 8