

1 Omów prawa Kirchhoffa.

Pierwsze prawo Kirchhoffa - Dla węzła obwodu elektrycznego suma algebraiczna natężeń prądów wpływających i wypływających jest równa zeru:

$$\sum I_n = 0 \quad (1)$$

Drugie prawo Kirchhoffa - W zamkniętym obwodzie suma spadków napięć równa jest sumie sił elektromotorycznych występujących w tym obwodzie:

$$\sum U_i = \sum \varepsilon_k \quad (2)$$

2 Wyprowadź wzory na opór zastępczy dla połączenia szeregowego i równoległego dwóch oporników R_1 i R_2 .

Dla szeregowego: prąd I wymuszony napięciem zasilania U wytworzy na R_1 i R_2 spadki napięć U_1 i U_2 . Z drugiego prawa Kirchhoffa $U = U_1 + U_2$, zatem $R = \frac{U}{I} = \frac{U_1 + U_2}{I} = \frac{IR_1 + IR_2}{I} = I \frac{R_1 + R_2}{I} = R_1 + R_2$

Dla równoległego: prąd I wymuszony napięciem zasilania U rozplynie się na prądy I_1 i I_2 w gałęziach R_1 i R_2 . Z pierwszego prawa Kirchhoffa $I = I_1 + I_2$, zatem $R = \frac{U}{I} = \frac{U}{I_1 + I_2} = \frac{U}{\frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$, upraszczając: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

3 Co to jest opór właściwy i przewodność właściwa? Od czego zależy opór danego odcinka drutu przewodzącego?

Opór właściwy to wielkość charakteryzująca przewodnictwo elektryczne materiału. Jej wartość jest różna dla różnych materiałów.

$$\rho = \frac{RS}{l} \quad (3)$$

Gdzie R - opór, S - pole przekroju poprzecznego elementu, l - długość elementu.
Przewodność właściwa to miara podatności materiału na przepływ prądu elektrycznego.

$$\sigma = \frac{lG}{S} \quad (4)$$

Gdzie G - przewodnictwo elektryczne, S - pole przekroju poprzecznego elementu, l - długość elementu.
Opór elektryczny przewodnika zależy od substancji, z której wykonano przewodnik, od długości przewodnika i od pola jego przekroju poprzecznego.

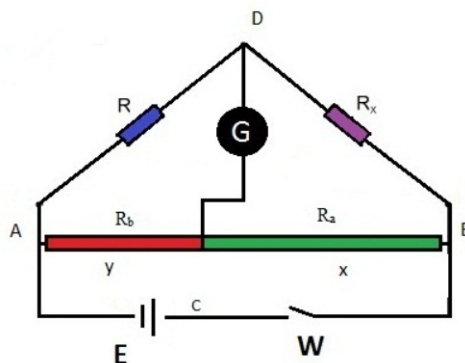
4 Omów zależność oporności elektrycznej metali od temperatury.

Ciepło wydzielane podczas przepływu prądu przez przewodnik jest przyczyną wzrostu jego temperatury, konsekwencją zwiększenia temperatury przewodnika jest zmiana jego rezystancji. Rezystancja czystych metali wzrasta wraz ze wzrostem temperatury, a rezystancja elektrolitów maleje.
Zależność rezystancji przewodników od temperatury jest opisana wyrażeniem:

$$R_T = R_0[1 + \alpha(T - T_0)] \quad (5)$$

Gdzie R_0 - rezystancja przewodnika w $T_0 = 293$ K, R_T - rezystancja w T , α - współczynnik temperaturowy rezystancji.

- 5 Narysuj schemat układu dla mostka Wheatstone'a i wyprowadź wzór na wartość nieznanego oporu dla mostka zrównoważonego.



Rysunek 1: Mostek Wheatstone'a

Niech punkt C dobrany będzie tak, aby przez galwanometr nie płynął prąd, mówimy wtedy, że mostek znajduje się w równowadze. Potencjały w punktach C i D są w takiej sytuacji sobie równe, a więc różnice potencjałów między punktami A i C oraz A i D są jednakowe. Równe są również różnice potencjałów między punktami B i C oraz B i D. Niech między punktami A i B przez drut oporowy płynie prąd o natężeniu I_1 , a przez połączone szeregowo opory R i R_x prąd o natężeniu I_2 . Możemy napisać, korzystając z prawa Ohma:

$$U_{AC} = I_1 R_b, U_{AD} = I_2 R$$

$$U_{CB} = I_1 R_a, U_{DB} = I_2 R_x$$

Gdzie R_a i R_b oznaczają opory odcinków drutu oporowego odpowiednio między punktami A i C oraz C i B. Ponieważ $U_{AC} = U_{AD}$ oraz $U_{CB} = U_{DB}$, więc:

$$I_1 R_a = I_2 R_x$$

$$I_1 R_b = I_2 R$$

Z czego otrzymujemy:

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_x}{R}$$

$$R_x = R \frac{R_a}{R_b}$$

$$R_x = R \frac{x}{y}$$

- 6 Udowodnij, że opór zastępczy dwóch oporników połączonych równolegle jest mniejszy od oporu mniejszego z nich

Założmy, że posiadamy 2 oporniki o rezystancji większej od 0:

$$R_1 > 0 \wedge R_2 > 0 \quad (6)$$

Bez straty na ogólności założmy, że $R_1 > R_2$. Wtedy ich rezystancja zastępcza wynosi:

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (7)$$

Teraz możemy zapisać nierówność i od razu ją przekształcić:

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} < R_1 \quad / \cdot R_1 + R_2$$

$$R_1 R_2 < R_1^2 + R_1 R_2$$

$$R_1 R_2 < R_1^2 + R_1 R_2$$

$$0 < R_1^2, \text{ dla } \forall R_1 > 0$$

Co jest zgodne z pierwotnymi założeniami (6).

7 Zdefiniuj i omów pojęcia natężenia prądu elektrycznego oraz ładunku. Podaj definicje odpowiadających im jednostek.

Natężenie prądu – wielkość fizyczna charakteryzująca przepływ prądu elektrycznego zdefiniowana jako stosunek wartości ładunku elektrycznego przepływającego przez wyznaczoną powierzchnię do czasu przepływu ładunku.

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (8)$$

gdzie:

dq – zmiana ładunku równoważna przepływającemu ładunkowi.

dt – czas przepływu ładunku.

I – natężenie prądu elektrycznego.

Amper – jednostka natężenia prądu elektrycznego. Jest jednostką podstawową w układzie SI i układzie MKSA oznaczaną w obu układach symbolem A.

Jeśli przepływający przez dany przekrój prąd ma natężenie 1 A, oznacza to, że w ciągu 1 s przepływa 1 C ładunku:

$$1A = \frac{1C}{1s} \quad (9)$$

Ładunek elektryczny ciała (lub układu ciał) – fundamentalna właściwość materii przejawiająca się w oddziaływaniu elektromagnetycznym ciał obdarzonych tym ładunkiem. Ciała obdarzone ładunkiem mają zdolność wytwarzania pola elektromagnetycznego oraz oddziaływania z tym polem.

W układzie SI jednostką ładunku jest **kulomb** [C], 1 C jest równy około $6,24 \times 10^{18}$ ładunków elementarnych.

8 Zdefiniuj i omów pojęcia napięcia oraz oporu elektrycznego. Podaj definicje odpowiadających im jednostek.

Napięcie elektryczne – różnica potencjałów elektrycznych między dwoma punktami obwodu elektrycznego lub pola elektrycznego. Symbolem napięcia jest U. Napięcie elektryczne - to stosunek pracy wykonanej przeciwko polu, podczas przenoszenia ładunku elektrycznego między punktami, dla których określa się napięcie, do wartości tego ładunku.

$$U_{AB} = \varphi_B - \varphi_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q} \quad (10)$$

Jednostką napięcia jest wolt (V). Między dwoma punktami pola elektrycznego jest napięcie 1 V, jeżeli do przeniesienia między tymi punktami ładunku 1 C potrzebna jest praca 1 J:

$$1V = \frac{1J}{1C} \quad (11)$$

A wymiar pola:

$$V = \frac{kg \cdot m^2}{s^3 \cdot A} \quad (12)$$

Opór elektryczny – wielkość charakteryzująca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodach prądu stałego. Zwyczajowo rezystancję oznacza się symbolem R . Jednostką rezystancji w układzie SI jest om, którego symbolem jest Ω .

$$R = \frac{U}{I} \quad (13)$$

Opór elektryczny to jest współczynnik nachylenia prostej w charakterystyce prądowo-napięciowej.

9 Jak stwierdzić, że dwie wielkości A i B obdarzone niepewnościami u_A oraz u_B są sobie równe w granicach błędu?

Trzeba policzyć niepewność złożoną korzystając z prawa przenoszenia następującej wielkości:

$$AB = |B - A| \quad (14)$$

I sprawdzić, czy otrzymana wartość AB mieści w sumie niepewności $u_A + u_B$.