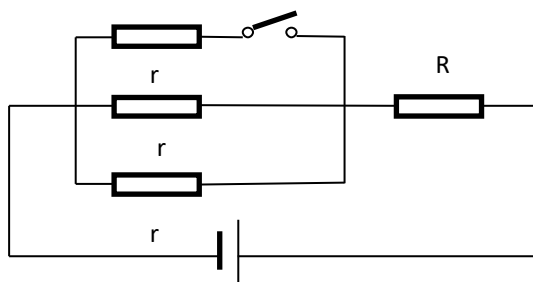


23– PRĄD STAŁY. CZĘŚĆ 2

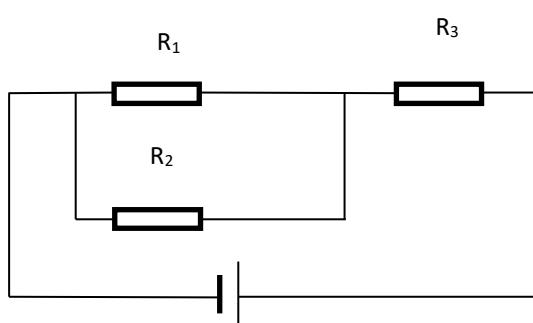
zadanie 1



Trzy jednakowe oporniki, każdy o oporze $r=30\ \Omega$ i opór $R=60\ \Omega$ połączono ze źródłem prądu o napięciu 15 V , jak na rysunku obok. O ile zwiększy się natężenie prądu po włączeniu wyłącznika prądu W?

Odpowiedź: o 14 mA

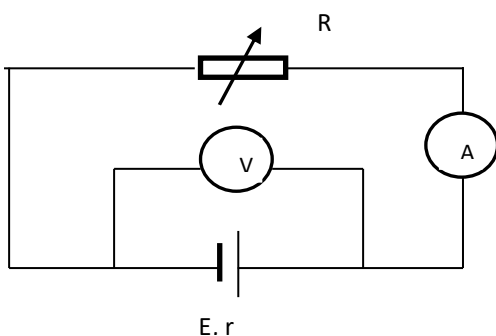
zadanie 2



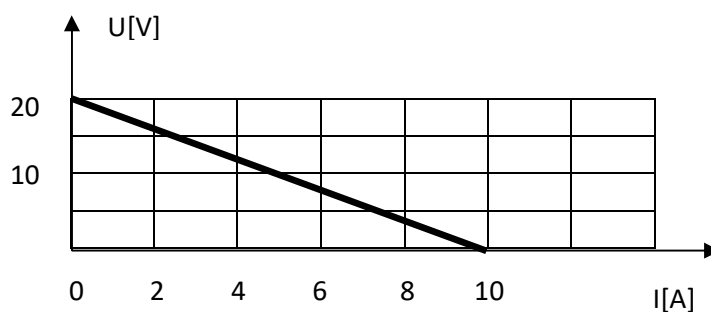
Trzy jednakowe oporniki, o oporze $R_1 = R_2 = R_3 = R = 100\ \Omega$ połączono ze źródłem prądu o napięciu 15 V . Oblicz o ile zmieni się moc wydzielona na oporze R_3 , po usunięciu opornika R_2 .

Odpowiedź: Zmalaże o $0,44\text{ W}$

zadanie 3



W celu wyznaczenia siły elektromotorycznej ogniwa zastosowano układ jak na rysunku. Badano zależność napięcia w zależności od natężenia prądu, przy różnych obciążeniach akumulatora i otrzymano wykres zależności jak poniżej.

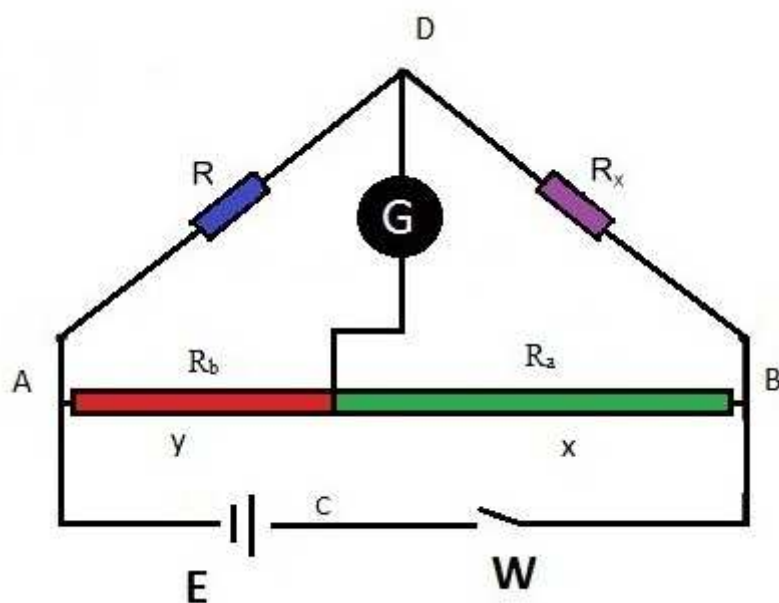


Na podstawie wykresu określ wartość siły elektromotorycznej ogniwa i jego opór wewnętrzny.

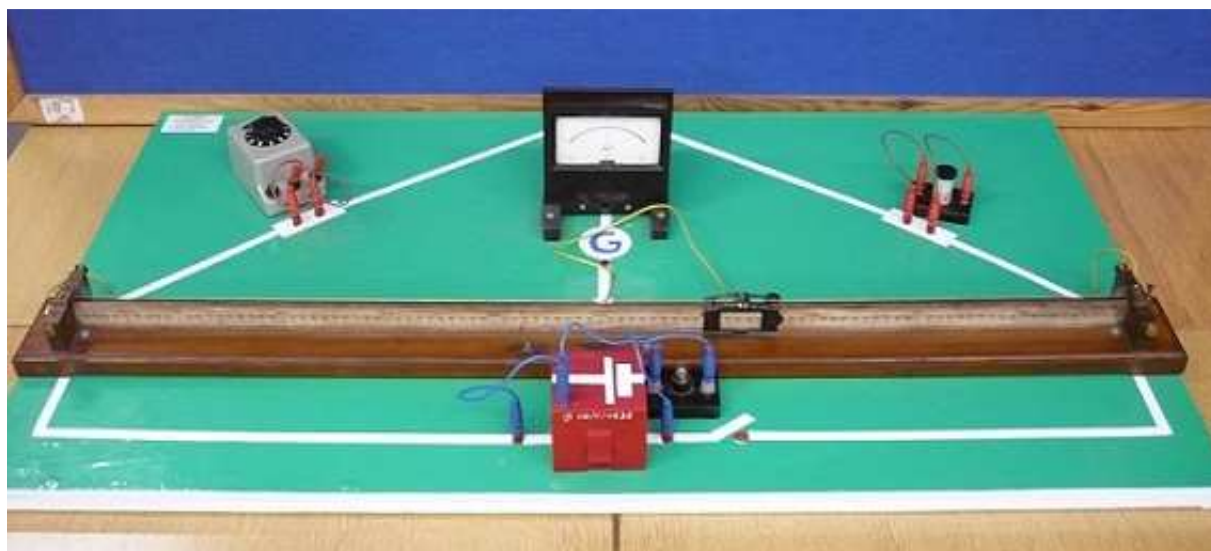
Odpowiedź: o $E = 20\text{ V}$, $r = 2\ \Omega$

zadanie 4

Na rysunku na następnej stronie przedstawiono liniowy mostek Wheatstone'a, służący do pomiaru nieznanego oporu. Pomiar polega na ustawieniu suwaka w takie położenie, by przez miliamperomierz nie popłynął żaden prąd. Wówczas mówimy, że mostek jest w równowadze.



Rysunek 1



Rysunek 2

Rysunki pochodzą z:

<http://astrofiz.pl/fizyka/doswiadczenia/elektromagnetyzm/mostekwheatstone/strona.html>

1. Udowodnij, że gdy mostek jest w równowadze, to zachodzi proporcja:

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

gdzie x i y , to długości drutu (patrz rysunek 2).

2. Jeśli opór $R = 120 \Omega$, a długości $x = 25 \text{ cm}$, $y = 75 \text{ cm}$, to jaką wartość ma opór R_x ?
3. Jakie są wartości natężeń prądów płynących przez oporniki R , R_x , R_a i R_b ?

Napięcie zasilania $U = 4,5 \text{ V}$, opór wewnętrzny ogniwa pominąć. Opór właściwy drutu $\rho = 5,2 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$, a średnica przekroju poprzecznego $d = 1 \text{ mm}$.

Odpowiedzi:

1.

I prawo Kirchhoffa dla punktu B, to $I = I_x + I_a$

gdzie I , to prąd całkowity, I_x , to prąd płynący przez opór R_x , a I_a , to prąd płynący przez opór R_a .

Skoro prąd płynący przez amperomierz wynosi 0, to I prawo Kirchhoffa dla punktu A jest $I' + I_b = I$

gdzie I , to prąd całkowity, I' , to prąd płynący przez opór R , a I_b , to prąd płynący przez opór R_b .

Prądy nie rozgałęziają się w punktach A i B, więc $I' = I_x = I_{\text{górne}}$, oraz $I_a = I_b = I_{\text{dolne}}$.

Skoro prąd płynący przez amperomierz jest 0, to wynika stąd równość potencjałów $V_c = V_D$, a także napięcie: $U = U_b$, po lewej stronie i $U_x = U_A$, po prawej.

A więc:

$$I' R = I_b R_b \quad \text{oraz} \quad I_x R_x = I_a R_a.$$

$$I_{\text{górne}} R = I_{\text{dolne}} R_b \quad \text{oraz} \quad I_{\text{górne}} R_x = I_{\text{dolne}} R_a.$$

Po podzieleniu ostatnich równań stronami mamy:

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

Ale $R_a = \rho \frac{x}{S}$ a $R_b = \rho \frac{y}{S}$ gdzie S – pole przekroju poprzecznego drutu.

A więc:

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

2. $R_x = 40 \, \Omega$

3. Przez oporniki $120 \, \Omega$ i $40 \, \Omega$ - $I_{\text{górne}} = 0,028 \, A$, Przez drut oporowy - $I_{\text{dolne}} = 6,793 \, A$.

zadanie 5

Czajnik elektryczny ma moc $P = 3 \, \text{kW}$ przy napięciu $U = 230 \, \text{V}$. Przyjmij ciepło właściwe wody jako $4200 \, \text{J/kg} \cdot \text{K}$, a jej gęstość $1000 \, \text{kg/m}^3$.

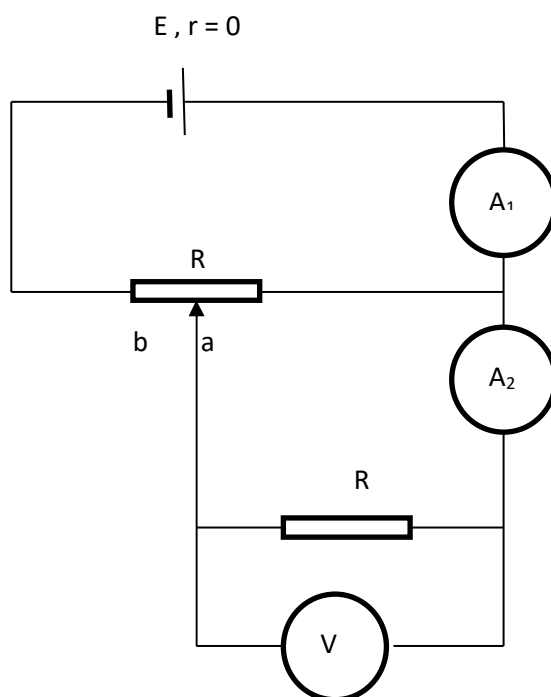
1. Jak długo będzie trwało zagotowanie $0,5 \, \text{l}$ wody o temperaturze $18 \, ^\circ\text{C}$?
2. Jak długo trwałoby gotowanie tej wody, gdyby napięcie spadło do $200 \, \text{V}$?
3. Ile wynosiłaby moc grzałki, jeśli jej spiralę przeciętoby na połowę i dwa kawałki spięto równolegle, nie zmieniając napięcia zasilania?

Odpowiedzi:

1. $t = 57,4 \, \text{s}$
2. $t' = 75,9 \, \text{s}$
3. $P' = 12 \, \text{kW}$

zadanie 6

Jak zmienią się wskazania amperomierzy A_1 i A_2 oraz woltomierza po przesunięciu suwaka potencjometru z położenia a do b. Punkt a to położenie w połowie długości, a b, w całej długości drutu oporowego. Opór potencjometru na całej długości drutu oporowego wynosi R , tyle co i oporu znajdującego się poniżej. Obecność amperomierza i woltomierza w obwodzie pominąć.



Odpowiedź: Wskazanie amperomierza A_1 wzrośnie $5/3$ razy, A_2 wzrośnie $2,5$ razy, woltomierza wzrośnie $2,5$ razy.

zadanie 7

Natężenie prądu elektrycznego przepływającego przez przekrój poprzeczny przewodnika metalowego wyraża się wzorem:

$$I = nevS$$

n – koncentracja elektronów (ich liczba w 1 m^3)

e – ładunek elektronu

v – prędkość nośna

S – pole przekroju poprzecznego przewodnika

Oblicz prędkość nośną elektronów w przewodniku miedzianym o powierzchni przekroju poprzecznego $S = 0,1 \text{ mm}^2$, jeśli płynie przez niego prąd o natężeniu 1 A . Gęstość miedzi $\rho = 8960 \text{ kg/m}^3$.

ROZWIĄZANIE

Należy przyjąć, że miedź w przewodniku metalowym wykazuje wartościowość $w = 1$. A więc każdy atom krystalizując daje jeden elektron swobodny. Obliczmy koncentrację.

W 1 molu jest $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ jonów. Ma on objętość:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{\mu}{\rho}$$

$\mu = 0,064 \text{ kg/mol}$ – masa molowa

Koncentracja:

$$n = \frac{N_A}{\frac{\mu}{\rho}} = 8,43 \cdot 10^{28} \frac{1}{\text{m}^3}$$

Prędkość nośna:

$$v = \frac{I}{neS} = 7,4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,74 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$