

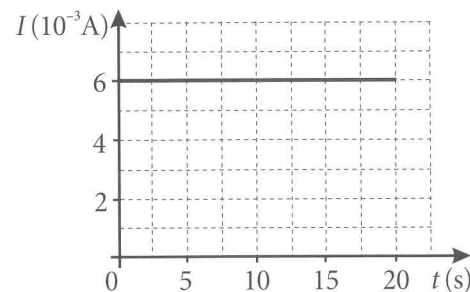
Prąd elektryczny. Natężenie prądu

Zadanie 10.1

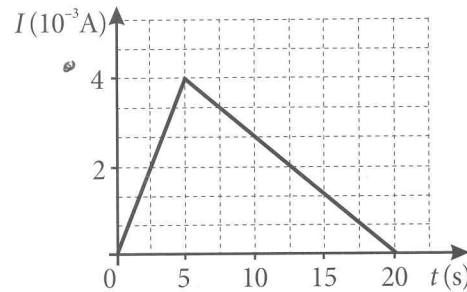
Oblicz natężenie prądu wytworzonego przez elektron krążący z częstotliwością $45 \cdot 10^6$ Hz na pierwszej orbicie w atomie wodoru. Ładunek elektronu jest równy $1,602 \cdot 10^{-19}$ C.

Zadanie 10.2

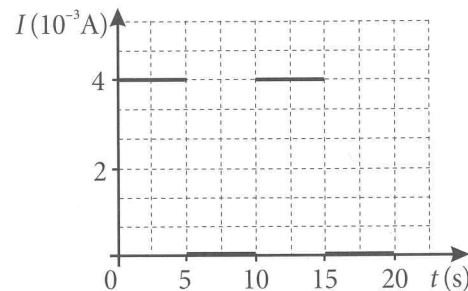
Poniższe wykresy przedstawiają zależność od czasu natężenia prądu przepływającego przez przekrój poprzeczny przewodnika. W każdym przypadku oblicz przybliżoną liczbę elektronów, które przepłynęły przez przekrój poprzeczny przewodnika w czasie 20 sekund.



a)



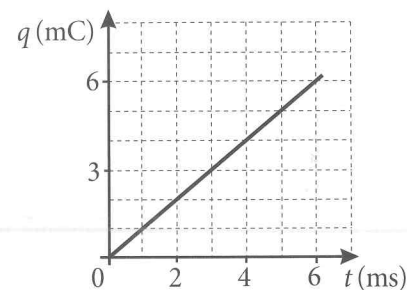
b)



c)

Zadanie 10.3

Wykres przedstawia zależność ładunku elektrycznego przepływającego przez pewien przewodnik od czasu. Na jego podstawie oblicz natężenie prądu płynącego w tym przewodniku.



Zadanie 10.4

Działko elektronowe jest źródłem strumienia elektronów. Oblicz masę elektronów wypływających z działka w czasie 2 s, jeżeli natężenie prądu elektronów z działka wynosi $8,01 \mu\text{A}$.

Do obliczeń przyjmij, że stosunek $\frac{e}{m_e} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$.

Prawo Ohma. Opór elektryczny przewodnika

Zadanie 10.5

Przewodnik o oporze 360Ω włączono do źródła napięcia 9 V. Oblicz czas, w którym przez przewodnik przepłynął ładunek 45 C.

Zadanie 10.6

Przez przewodnik o oporze 4Ω płynie prąd o natężeniu 2 mA. Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego w tym przewodniku, jeżeli jego długość wynosi 2 cm. Pole przekroju poprzecznego przewodnika jest na całej długości jednakowe.

Zadanie 10.7

Opór kawałka drutu wynosi R_1 . Oblicz opór drugiego kawałka drutu wykonanego z tego samego materiału, ale o średnicy trzy razy mniejszej i dwa razy większej długości.

Zadanie 10.8

Opór elektryczny włókna wolframowego żarówki rozgrzanego do temperatury 3200 K wynosi 854Ω , a jego długość 6 cm. Oblicz średnicę włókna, jeżeli opór właściwy wolframu w tej temperaturze jest równy $99,6 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$.

Zadanie 10.9

Do wykonania przewodów elektrycznych wykorzystano drut z miedzi o całkowitym oporze 6Ω i masie 398,72 kg. Oblicz, jak długi będzie przewód elektryczny z tego drutu. Przyjmij, że opór właściwy miedzi wynosi $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, a jej gęstość jest równa 8900 kg/m^3 .

Zadanie 10.10

Do końców miedzianego przewodnika o masie 32 kg i średnicy 0,8 mm przyłożono napięcie 1,4 V. Oblicz natężenie prądu, który popłynie w przewodniku, jeżeli opór właściwy miedzi wynosi $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, a jej gęstość jest równa 8900 kg/m^3 . Przyjmij, że $\pi^2 \approx 10$.

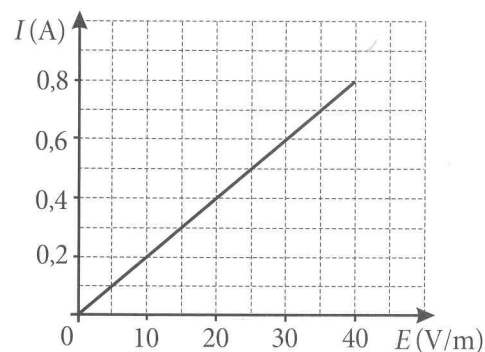
Zadanie 10.11

Pręt z aluminium o gęstości 2700 kg/m^3 i oporze właściwym $2,8 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ ma osiem razy mniejszy opór od oporu pręta z grafitu o gęstości 2200 kg/m^3 i oporze właściwym $2 \cdot 10^{-5} \Omega\text{m}$. Oblicz, ile razy dłuższy jest pręt z aluminium, jeżeli ich masy są jednakowe.



Zadanie 10.12

Wykres przedstawia zależność natężenia prądu płynącego przez przewodnik o długości 4 dm od natężenia pola elektrycznego w tym przewodniku.



Na jego podstawie oblicz opór przewodnika, wiedząc, że przewodnik ma wszędzie jednakową średnicę.

Zadanie 10.13

Ucniowie na lekcji fizyki wykonali pomiar napięcia przyłożonego między końce każdego z dwóch odbiorników i natężenia prądu płynącego przez każdy odbiornik. Wyniki pomiarów wpisali do tabeli. W obu przypadkach niepewności pomiarowe przyrządów wynosiły odpowiednio: $\Delta U = \pm 0,4 \text{ V}$, $\Delta I = \pm 0,05 \text{ A}$.

Odbiornik 1

$U(\text{V})$	2,8	6,2	8,8	12,2	14,4	15,5
$I(\text{A})$	0,11	0,23	0,36	0,43	0,57	0,60

Odbiornik 2

$U(\text{V})$	2,8	6,2	8,8	12,2	14,4	15,5
$I(\text{A})$	0,06	0,11	0,18	0,23	0,29	0,30

- Na papierze milimetrowym narysuj wykresy zależności natężenia płynącego prądu od napięcia dla obu odbiorników. Zaznacz przy każdym punkcie pomiarowym jego niepewność pomiarową, a następnie dopasuj prostą. Skorzystaj z opisu w aneksie A1.5 w części pierwszej podręcznika *Z fizyką w przyszłość*.
- Napisz równania otrzymanych prostych.
- Oblicz opór każdego odbiornika.
- Oszacuj niepewność względną każdego oporu.



Praca i moc prądu elektrycznego

Zadanie 10.14

Przez przewodnik z miedzi o oporze właściwym $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$ i promieniu przekroju 0,75 mm płynie prąd o natężeniu 20 A. Oblicz długość tego przewodnika, jeżeli w czasie jednej sekundy oddaje on do otoczenia 1075,2 J energii.

Zadanie 10.15

Oblicz, ile ciepła przekaże wodzie czajnik elektryczny o mocy 2 kW dołączony do źródła o napięciu 230 V w czasie 1,5 min. Straty grzałki czajnika szacuje się na 25%.

Zadanie 10.16

Przez uzwojenie silnika lokomotywy płynie prąd o natężeniu 229 A. Lokomotywa wraz z całym składem porusza się z szybkością 90 km/h, a jej siła ciągu wynosi 22 kN. Oblicz napięcie, które zasila silnik lokomotywy, jeśli 80% energii elektrycznej zamienione zostaje na pracę silnika.

Zadanie 10.17

Za pomocą dźwigu podnoszono ruchem jednostajnym betonową płytę o gęstości 2500 kg/m^3 i wymiarach $300 \text{ cm} \times 130 \text{ cm} \times 18 \text{ cm}$. Straty energii podczas podnoszenia płyty wynoszą około 25%. Oblicz wartość prędkości, z którą podnoszono płytę, jeżeli przy napięciu zasilającym 500 V przez silnik płynął prąd o natężeniu 20 A.

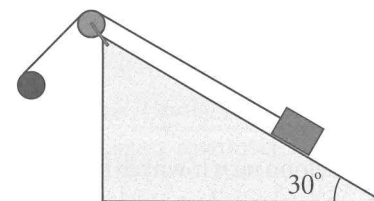
Zadanie 10.18

Za pomocą grzałki elektrycznej w czasie 91 sekund zagotowano pół litra wody, której temperatura początkowa wynosiła 20°C . Oblicz moc grzałki, jeżeli jej sprawność wynosi 92%.

Ciepło właściwe wody jest równe $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$.

Zadanie 10.19

Kontener o masie 1,2 tony wciągano ruchem jednostajnym z szybkością 4 m/s po równi pochyłej za pomocą silnika elektrycznego (rysunek).

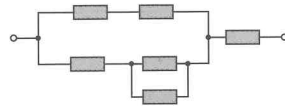


Silnik elektryczny połączono z kontenerem nierozciągliwą liną, którą przerzucono przez nieruchomy blok. Oblicz sprawność silnika, jeżeli jego moc jest równa 40 kW. Przyjmij, że współczynnik tarcia kontenera o równię wynosi 0,2.

Łączenie odbiorników

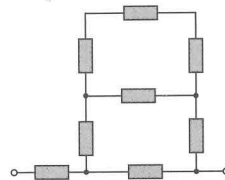
Zadanie 10.20

Oblicz opory zastępcze poniższych układów odbiorników.



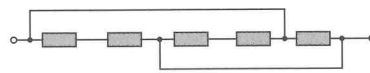
a)

każdy opór
 $R = 7 \Omega$



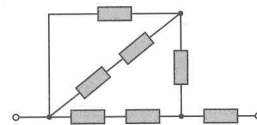
b)

każdy opór
 $R = 3 \Omega$



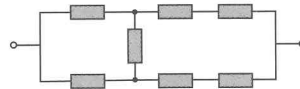
c)

każdy opór
 $R = 4 \Omega$



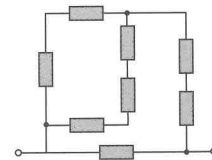
d)

każdy opór
 $R = 5,5 \Omega$



e)

każdy opór
 $R = 6 \Omega$



f)

każdy opór
 $R = 7 \Omega$

Zadanie 10.21

Na oprawce żarówki jest napisane: 3,5 V; 0,2 A. Żarówkę dołączono do źródła o napięciu 3,5 V za pomocą dwóch jednakowych miedzianych przewodników o długości 0,3 m i o średnicy 0,5 mm każdy. Opór właściwy miedzi wynosi $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$.

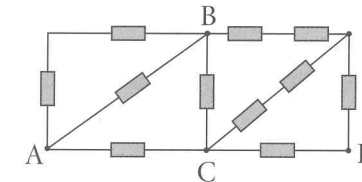
- Oblicz opór żarówki i przewodów doprowadzających.
- Oblicz, jaki procent doprowadzonego napięcia stanowią spadki potencjału na przewodach doprowadzających.

Zadanie 10.22

Przewodnik o oporze 200Ω podzielono na n równych kawałków, które następnie połączono równolegle. Oblicz, na ile części podzielono drut, jeżeli po równoległym ich połączeniu opór zastępczy był równy 8Ω . Ile wynosił opór jednego kawałka drutu?

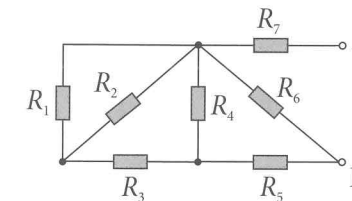
Zadanie 10.23

Jednakowe oporniki, każdy o oporze $R = 2 \Omega$ połączono jak na rysunku. Oblicz opór, który zostanie zmierzony pomiędzy punktami A i B, B i C oraz C i D.



Zadanie 10.24

Oporniki o oporach $R_1 = R_2 = R_4 = R_6 = 2 \Omega$, $R_7 = 4 \Omega$, $R_3 = R_5 = 1 \Omega$ połączono jak na rysunku. Oblicz opór zastępczy układu oporników między punktami A i B.

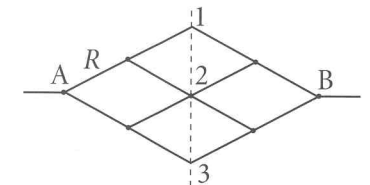


Zadanie 10.25

Dwanaście identycznych kawałków drutu, każdy o oporze $R = 2 \Omega$, połączono tak, jak pokazano na rysunku.

Zauważ, że potencjały punktów 1, 2 i 3 są jednakowe ze względu na symetrię lewej i prawej części konstrukcji (potencjał tych punktów jest średnią arytmetyczną potencjałów w punktach A i B). Można zatem połączyć ze sobą punkty 1, 2 i 3 lub odłączyć w punkcie 2 górną część konstrukcji od dolnej – nic się wówczas nie zmieni, bo symetria zostanie zachowana.

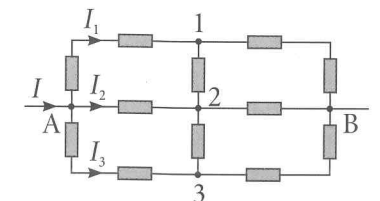
Stosując obydwa sposoby, oblicz opór zastępczy między punktami A i B.



Zadanie 10.26

Jednakowe oporniki, każdy o oporze R , połączono tak, jak pokazuje schemat. Korzystając z równości potencjałów w punktach 1, 2 i 3

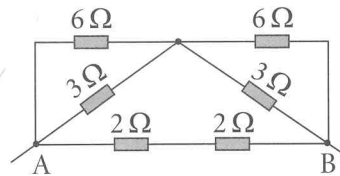
- oblicz opór zastępczy między punktami A i B,
- wyraż natężenia prądów I_1, I_2, I_3 przez natężenie I prądu dopływającego.



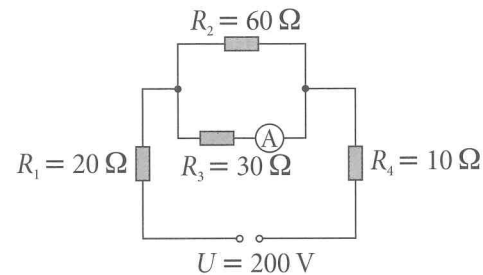
Zadanie 10.27

Stosując sposoby opisane w zadaniu 10.25,

- narysuj dwa schematy połączenia oporników równoważne połączeniu przedstawionemu na rysunku,
- oblicz opór zastępczy między punktami A i B,
- oblicz natężenie prądów w poszczególnych opornikach, jeśli natężenie prądu dopływającego do punktu A jest równe 1,8 A,
- oblicz napięcie między punktami A i B.

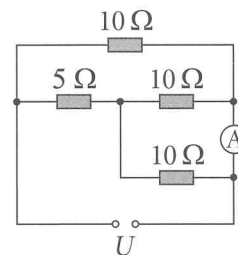
**Zadanie 10.28**

Korzystając ze schematu obwodu, oblicz napięcie na oporze R_2 oraz natężenie prądu wskazane przez amperomierz o bardzo małym oporze.

**Zadanie 10.29**

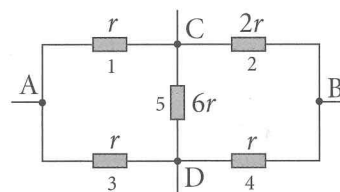
Do obwodu, którego schemat pokazano na rysunku, doprowadzono napięcie $U = 5$ V. Zakładamy, że opór amperomierza jest pomijalnie mały.

- Oblicz opór zastępczy obwodu.
- Oblicz natężenie prądu płynącego w obwodzie oraz wskazywane przez amperomierz.

**Zadanie 10.30**

Na rysunku przedstawiono połączenie pięciu oporników. Oblicz opór zastępczy układu i natężenie prądu w poszczególnych opornikach, jeśli do sieci włączamy następujące pary zacisków:

- A i C,
- C i D,
- C i B,
- D i B.

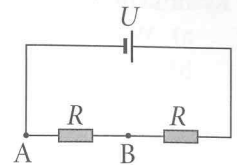
**Zadanie 10.31**

Dwa identyczne odbiorniki, z których każdy ma opór $R = 1 \Omega$ dołączono do napięcia $U = 2$ V.

- Oblicz natężenie prądu w obwodzie i napięcie między punktami A i B.

Oblicz natężenie prądu w obwodzie i napięcie między punktami A i B, gdy do tych punktów dołączono dodatkowy opornik o oporze

- 0,1 R,
- 10 R,
- 100 R.
- Po otrzymaniu wyników wyjaśnij, dlaczego woltomierz (dołączony równolegle do odbiornika, na którym chcemy mierzyć napięcie) powinien mieć możliwie duży opór.

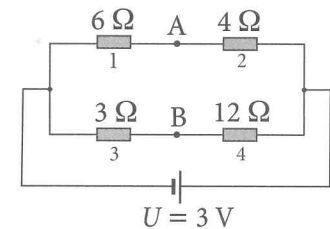
**Zadanie 10.32**

Cztery oporniki połączone tak, jak pokazuje rysunek. Do układu doprowadzono napięcie równe 3 V.

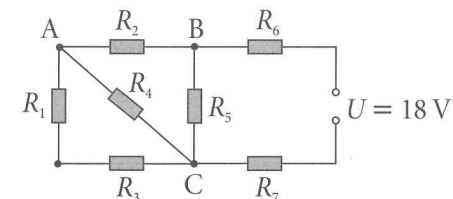
- Oblicz natężenie prądu we wszystkich opornikach.
- Punkty A i B spięto przewodem o pomijalnie małym oporze, wskutek czego potencjały w tych punktach się wyrównały.

Oblicz natężenie prądu w obwodzie i we wszystkich opornikach po dokonaniu spięcia.

- Zauważ, że napięcie pomiędzy końcami przewodu spinającego punkty A i B jest równe zero, zerowy jest także jego opór, a mimo to (jak wynika z I prawa Kirchhoffa) przez przewód ten płynie prąd. Wskaż kierunek tego prądu i oblicz jego natężenie.

**Zadanie 10.33**

W obwodzie, którego schemat przedstawiono na rysunku odbiorniki mają następujące opory: $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = 8 \Omega$, $R_5 = 6 \Omega$, $R_6 = R_7 = 3 \Omega$. Do obwodu doprowadzono napięcie $U = 18$ V.



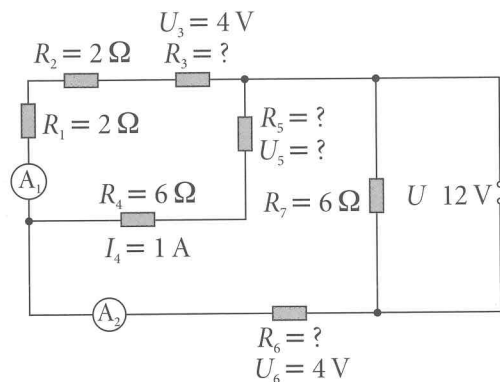
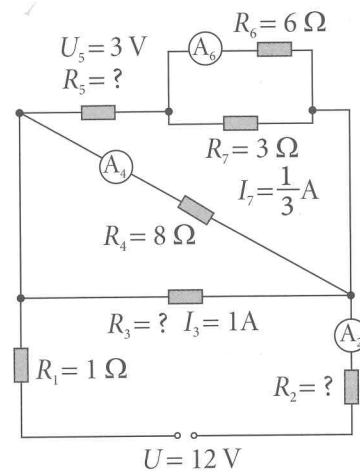
Oblicz:

- opory zastępcze między punktami A i C, B i C oraz opór zastępczy całego obwodu,
- natężenie prądu w obwodzie oraz napięcie między punktami B i C oraz A i C,

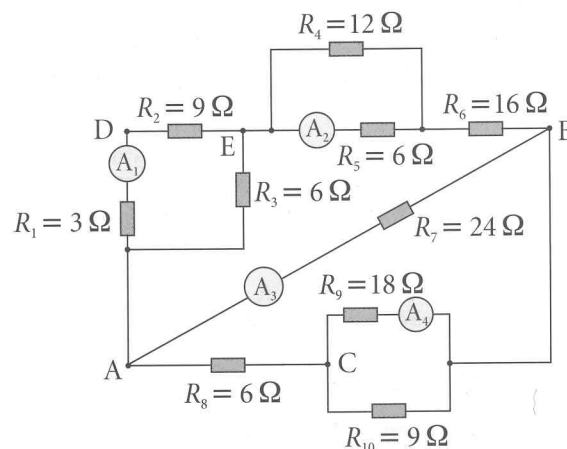
Zadanie 10.34

Rysunki przedstawiają schematy obwodów elektrycznych zasilanych napięciem 12 V.

- a) W obwodzie I oblicz: $R_3, R_5, R_6, I_1, I_2, U_5$ oraz opór zastępczy R_z obwodu.
 b) W obwodzie II oblicz: $R_2, R_3, R_5, I_2, I_4, I_6$ oraz opór zastępczy R_z obwodu.

**I****II****Zadanie 10.35**

Na schemacie poniżej przedstawiono obwód, w którym pomiędzy punkty A i B przyłożono napięcie $U = 18$ V. A_1, A_2, A_3 i A_4 to amperomierze o pomijalnie małych oporach.

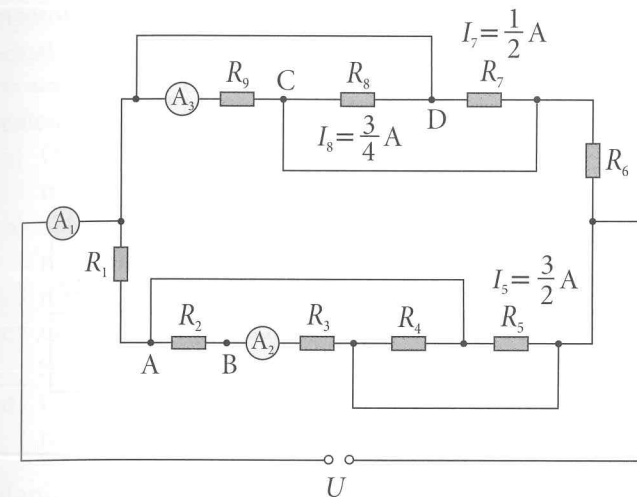


Oblicz:

- a) opór pomiędzy punktami A i B,
 b) natężenie prądu wskazywane przez amperomierze A_1, A_2, A_3 i A_4 ,
 c) napięcie, które wskaże woltomierz o bardzo dużym oporze włączony kolejno między

Zadanie 10.36

Rysunek poniżej przedstawia schemat obwodu.



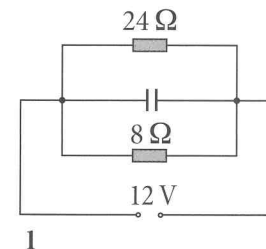
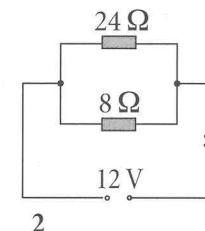
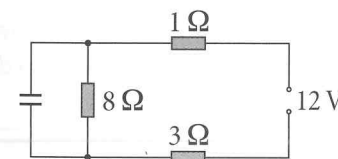
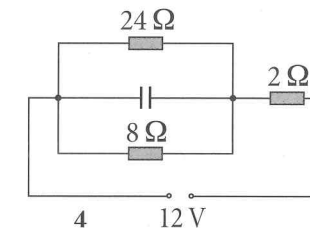
$$\begin{aligned} R_1 &= R_3 = 2 \Omega \\ R_2 &= 1 \Omega \\ R_4 &= 6 \Omega \\ R_5 &= R_6 = 4 \Omega \\ R_8 &= 8 \Omega \end{aligned}$$

Oblicz:

- a) natężenie prądu wskazywane przez amperomierze A_1, A_2, A_3 o bardzo małych oporach,
 b) brakujące opory oporników,
 c) napięcie, które wskazywałyby woltomierze o bardzo dużych oporach, włączone między punktami A i B oraz C i D.

Zadanie 10.37

Cztery kolejne rysunki przedstawiają schematy obwodów elektrycznych zawierających oporniki i kondensator. Pojemność kondensatora w każdym obwodzie jest równa $5 \mu\text{F}$.

**1****2****3****4**

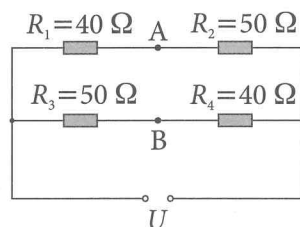
Dla wszystkich przypadków oblicz:

- napięcie między okładkami kondensatora,
- ładunek zgromadzony na kondensatorze.

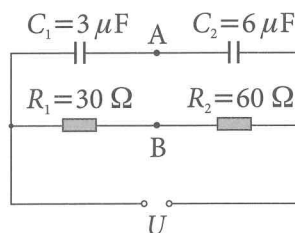
Zadanie 10.38

Rysunki przedstawiają dwa obwody elektryczne I i II ze źródłem o napięciu 18 V.

obwód I



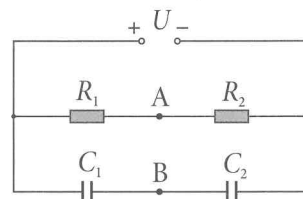
obwód II



Oblicz w każdym przypadku różnicę potencjałów $V_A - V_B$.

Zadanie 10.39

Obwód zawiera dwa oporniki i dwa kondensatory połączone tak, jak pokazuje schemat.



Opory i pojemności są następujące: $R_1 = 24 \Omega$, $R_2 = 18 \Omega$, $C_1 = 6 \mu F$, $C_2 = 2 \mu F$. Do układu doprowadzono napięcie $U = 28 V$. Oblicz:

- natężenie prądu w obwodzie,
- pojemność zastępczą układu kondensatorów,
- ładunek na każdym kondensatorze,
- napięcie między punktami A i B. Który z tych punktów ma wyższy potencjał?

Następnie punkty A i B połączono ze sobą przewodnikiem o znikomym oporze.

- Oblicz napięcie i ładunek na każdym z kondensatorów po połączeniu punktów.

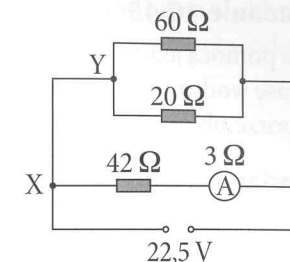
Zadanie 10.40

Skala miliamperomierza o zakresie do 50 mA zawiera sto działek, a jego opór jest równy 100Ω . Aby przystosować ten przyrząd do mierzenia natężeń prądów do 1 A, dołączono do niego bocznik.

- Oblicz opór bocznika.
- Oblicz opór amperomierza z dołączonym bocznikiem.
- Wskazówka przyrządu zatrzymała się na działce 75. Ile wynosi natężenie prądu w ob-

Zadanie 10.41

Obwód zawiera oporniki o oporach 20Ω , 42Ω i 60Ω i amperomierz o oporze 3Ω połączone tak, jak pokazuje schemat. Zakres amperomierza wynosi 1 A. Do obwodu doprowadzono napięcie 22,5 V, które nie ulega zmianie po przeniesieniu amperomierza w inne miejsce obwodu.

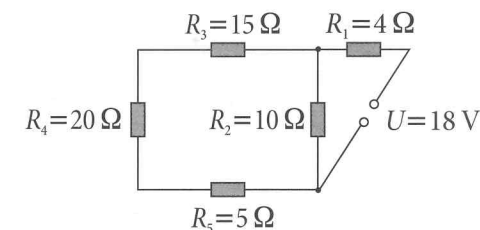


- Oblicz natężenie prądu wskazywane przez amperomierz.
- Sprawdź, wykonując odpowiednie obliczenia, że tym samym amperomierzem nie można zmierzyć natężenia prądu w przewodzie łączącym punkty X i Y obwodu. Sformułuj wniosek wynikający z obliczeń.
- Oblicz opór bocznika, który należy dołączyć do amperomierza, aby zwiększyć jego zakres do 1,5 A.
- Oblicz natężenie prądu zmierzone amperomierzem o poszerzonym zakresie włączonym między punkty X i Y.

Zadanie 10.42

Schemat obwodu przedstawiono na rysunku obok. Oblicz moc wydzieloną:

- w całym obwodzie,
- na odbiornikach o oporach R_2 i R_4 .



Zadanie 10.43

Na podstawie zasady zachowania energii wyprowadź wzory na opór zastępczy dla:

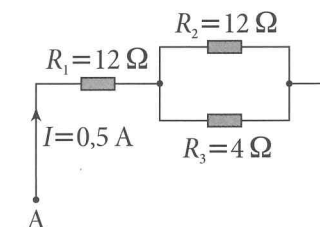
- szeregowego połączenia odbiorników,
- równoległego połączenia odbiorników.

Wskazówka: Energia elektryczna otrzymana w całej instalacji jest zawsze równa sumie energii otrzymanych w poszczególnych odbiornikach.

Zadanie 10.44

Rysunek przedstawia fragment schematu obwodu elektrycznego, w którym płynie prąd o natężeniu 0,5 A.

- Nie zapisując obliczeń, przedstaw rozumowanie, które doprowadza do wniosku, że moc P_2 wydzielona w odbiorniku o oporze R_2 jest 16 razy mniejsza od mocy P_1 wydzielonej w odbiorniku o oporze R_1 .
- Oblicz napięcie, które wskazywałby woltomierz o bardzo dużym oporze, włączony między punkty A i B.



Zadanie 10.45

Za pomocą jednej grzałki podłączonej do napięcia 230 V doprowadzono do wrzenia pewną masę wody w czasie 4 min. Zbadaj, jak należy podłączyć do tej grzałki drugą o identycznym oporze, aby zagotować tę samą ilość wody w czasie dwa razy krótszym. Podaj uzasadnienie.

Zadanie 10.46

Dwie grzałki o różnych mocach są dostosowane do takiego samego napięcia. Grzałki zanurzono w osobnych naczyniach zawierających wodę o takiej samej masie i temperaturze początkowej. W pierwszym naczyniu woda zagotowała się po czasie $t_1 = 4$ min, a w drugim po czasie $t_2 = 6$ min. Oblicz czas, który byłby potrzebny do zagotowania wody,

- gdyby obydwie grzałki zanurzono w jednym naczyniu,
- gdyby w naczyniu zanurzono obydwie grzałki połączone ze sobą szeregowo.

Założ, że opory grzałek nie zależą od temperatury.

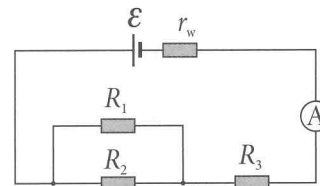
Zadanie 10.47

Zakupiono dwie spirale. Na opakowaniu jednej z nich jest napisane $P_1 = 400$ W, na opakowaniu drugiej $P_2 = 800$ W. Obydwie spirale są dostosowane do takiego samego napięcia U . Zakładamy, że ich opory nie zależą od temperatury.

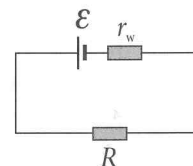
- Oblicz moc każdej z tych spiral w przypadku, gdy są połączone szeregowo i dołączone do napięcia U .
- Odpowiedz na pytania:
 - Jakie będą moce spiral w porównaniu z ich mocami nominalnymi?
 - Która ze spiral będzie miała teraz większą moc?

Siła elektromotoryczna. Opór wewnętrzny ogniwa**Zadanie 10.48**

W obwodzie, którego schemat przedstawiono na rysunku, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$, $R_3 = 43 \Omega$, $\mathcal{E} = 12$ V. Oblicz opór wewnętrzny ogniwa r_w , jeżeli amperomierz o bardzo małym oporze włączony do obwodu wskazuje $I = 0,2$ A.

**Zadanie 10.49**

W obwodzie przedstawionym na rysunku spadek potencjału na odbiorniku o oporze $R = 149 \Omega$ wynosi 8,94 V. Oblicz siłę elektromotoryczną źródła, jeżeli jego opór wewnętrzny jest równy $r_w = 1 \Omega$.

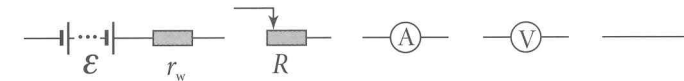
**Zadanie 10.50**

Obwód prądu stałego składa się ze źródła o sile elektromotorycznej $\mathcal{E} = 9$ V i oporze wewnętrznym $r_w = 1 \Omega$ oraz dołączonych do niego szeregowo odbiornika o oporze R i opornika

suwakowej o zakresie 0–20 Ω . Oblicz natężenie prądu, który płynie w obwodzie w chwili, gdy opornica suwakowa ma maksymalny opór, jeżeli przy minimalnym oporze w obwodzie płynie prąd o natężeniu 0,2 A.

Zadanie 10.51

Z elementów podanych poniżej uczniowie wykonali obwód, za pomocą którego wyznaczyli opór wewnętrzny i siłę elektromotoryczną baterii.



- Narysuj obwód zbudowany przez uczniów.
- Uczniowie zmierzili kilka wartości I i U dla różnych wartości oporu zewnętrznego. Wyniki pomiarów umieścili w tabeli.

I (A)	0,15	0,25	0,35	0,55	0,70	0,80	0,92	0,95	1,05	1,10
U (V)	3,80	3,40	3,15	2,80	2,30	2,10	1,75	1,55	1,35	1,20

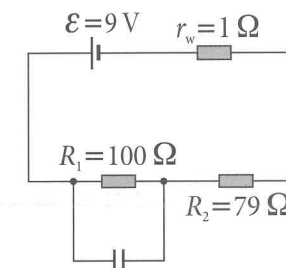
Skorzystaj z danych pomiarowych i wykonaj na papierze milimetrowym wykres zależności $U(I)$, dobierając na osiach odpowiednie skale. Zaznacz niepewności pomiarowe, które wynosiły odpowiednio: $\Delta U = \pm 0,15$ V, $\Delta I = \pm 0,05$ A. Do naniesionych punktów dobierz prostą najlepszego dopasowania.

- Odczytaj z wykresu siłę elektromotoryczną, a następnie oblicz opór wewnętrzny baterii.
- Oszacuj niepewności bezwzględne i względne otrzymanych wartości SEM baterii i jej oporu wewnętrznego. Na podstawie danych odczytanych z wykresu określ minimalną, maksymalną i średnią wartość siły elektromotorycznej oraz oblicz te same wartości dla jej oporu wewnętrznego. Skorzystaj z opisu w aneksie A1.5 podręcznika *Z fizyką w przyszłość*, część 1.

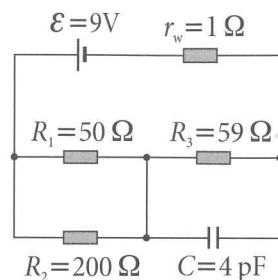
Zadanie 10.52

Do źródła o sile elektromotorycznej $\mathcal{E} = 9$ V i oporze wewnętrznym $r_w = 1 \Omega$ dołączono odpowiednio oporniki oraz kondensator tak, jak pokazują rysunki poniżej. W każdym przypadku oblicz ładunek zgromadzony na kondensatorze.

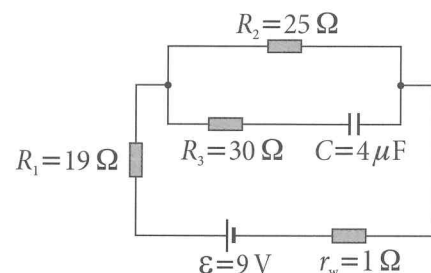
- Obwód I



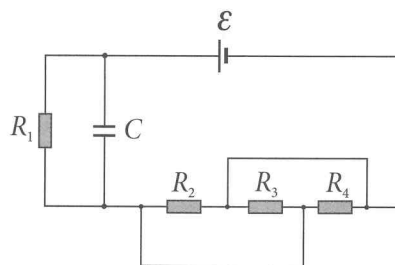
b) Obwód II



c) Obwód III

**Zadanie 10.53**

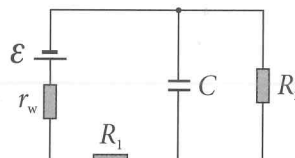
W obwodzie przedstawionym na rysunku do źródła o oporze wewnętrznym $r_w = 1 \Omega$ dołączono cztery oporniki o oporach $R_1 = 50,5 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$ i $R_4 = 600 \Omega$ oraz kondensator o pojemności $5 \mu\text{F}$.



Oblicz siłę elektromotoryczną ogniwa, jeśli na kondensatorze pojawił się ładunek $25 \mu\text{C}$.

Zadanie 10.54

Do ogniwa o sile elektromotorycznej $\mathcal{E} = 9 \text{ V}$ i oporze wewnętrznym $r_w = 0,4 \Omega$ dołączono odbiorniki o oporach $R_1 = 19,9 \Omega$, $R_2 = 39,7 \Omega$ oraz kondensator płaski o pojemności C tak, jak na rysunku. Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego między okładkami kondensatora, jeżeli

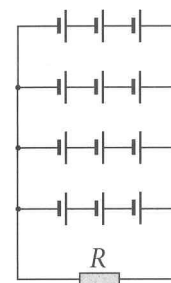
**Zadanie 10.55**

Do baterii o sile elektromotorycznej \mathcal{E} i oporze wewnętrznym r dołączono odbiornik. W odbiorniku płynie prąd o natężeniu I .

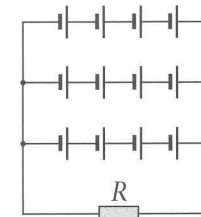
- Na podstawie prawa Ohma dla całego obwodu wyprowadź wzór na opór R odbiornika.
- Wyraź moc odbiornika P przez natężenie prądu. W wyprowadzonym wzorze na moc oprócz natężenia prądu (zmienna niezależna) powinny występować stałe współczynniki: \mathcal{E} i r .
- Zbadaj, przy jakim oporze odbiornika jego moc będzie maksymalna.

Zadanie 10.56

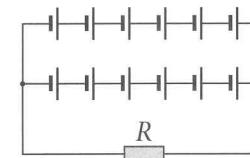
Dwanaście jednakowych akumulatorów o sile elektromotorycznej $\mathcal{E} = 4,5 \text{ V}$ i oporze wewnętrznym $r_w = 1,5 \Omega$ połączono z odbiornikiem o oporze $R = 2 \Omega$ na trzy sposoby tak, jak na rysunkach poniżej.



rys. 1



rys. 2



rys. 3

Oblicz w każdym przypadku:

- natężenie prądu płynącego przez odbiornik,
- moc wydzieloną w odbiorniku,
- sprawność baterii.

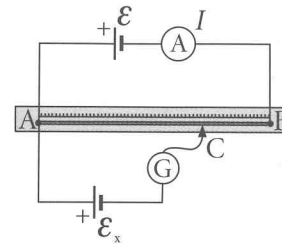
Zadanie 10.57

Do zasilania odbiornika o oporze $1,2 \Omega$ użyto 24 jednakowych ogniwo o sile elektromotorycznej $1,5 \text{ V}$ i oporze wewnętrznym $0,8 \Omega$ każde.

- Odpowiedz na pytanie: Na ile sposobów można połączyć te ogniwa, wykorzystując wszystkie i biorąc pod uwagę tylko takie przypadki, w których liczba ogniwo połączonych szeregowo w każdej gałęzi jest taka sama?
- Oblicz w każdym przypadku siłę elektromotoryczną baterii (\mathcal{E}_b), jej opór wewnętrzny (r_b), natężenie prądu płynącego przez odbiornik (I) i moc odbiornika (P). Załóż, że opór odbiornika nie zależy od temperatury. Obliczone wartości wpisz do tabeli (na następnej stronie), w której k oznacza liczbę ogniwo w szeregu, a l liczbę szeregów połączonych równolegle.

Zadanie 10.62

Prosty drut oporowy AB o długości 1 m i znanym oporze R_{AB} rozpięto na tle skali wycelowanej w milimetrach. Po dołączeniu ogniwa o sile elektromotorycznej \mathcal{E} wzdłuż drutu AB zachodzi spadek potencjału proporcjonalnie do jego długości, ponieważ cały drut jest wykonany z tego samego materiału i ma wszędzie taki sam przekrój poprzeczny. Jeśli do punktów A i C dołączymy równoległe ogniwo o nieznannej sile elektromotorycznej $\mathcal{E}_x < \mathcal{E}$, to możemy znaleźć takie położenie suwaka C, że przez czuły galwanometr G (wskaźnik z zerem pośrodku) nie płynie prąd.

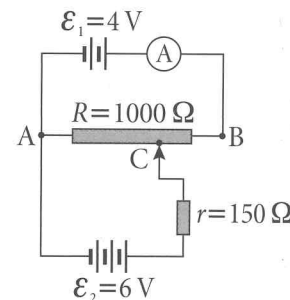


- Wyprowadź wzór, za pomocą którego możemy wyznaczyć siłę elektromotoryczną \mathcal{E}_x , znając opór drutu R_{AB} , jego długość AB i mierząc natężenie prądu I oraz długość odcinka AC. Pomiń opory wewnętrzne ogniwa i amperomierza.
- Odpowiedz na pytanie: W którą stronę przez galwanometr popłynie prąd, gdy suwak C przesuniemy w prawo? Uzasadnij odpowiedź.

Zadanie 10.63

Obwód, którego schemat przedstawiono na rysunku zawiera potencjometr o całkowitym oporze $R = 1000 \Omega$. Pomijając opory wewnętrzne baterii i amperomierza, oblicz:

- opór odcinka AC potencjometru, jeśli jego suwak ustawiono w takiej pozycji, że przez amperomierz nie płynie prąd,
- natężenie prądu, płynącego przez opornik o oporze $r = 150 \Omega$ i część potencjometru.



Pole magnetyczne. Elektromagnetyzm

