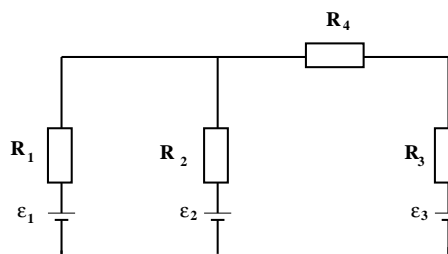
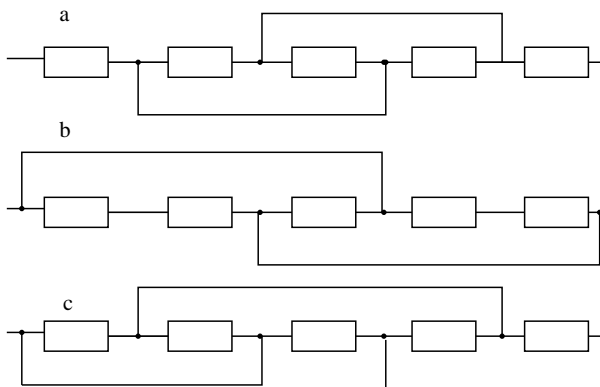


## Obwody stałego prądu elektrycznego

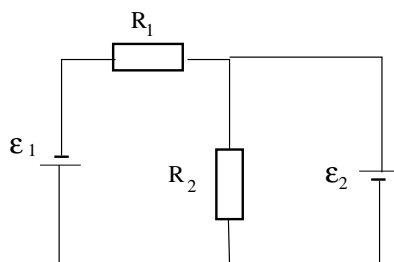
1. Przez miedziany przewodnik o przekroju  $10 \text{ mm}^2$  płynie prąd o natężeniu  $10 \text{ A}$ . Obliczyć prędkość prędkość elektronów. Gęstość miedzi  $\rho = 8600 \text{ kg/m}^3$ , masa 1 mola miedzi  $\mu = 63,5 \text{ g}$ .
2. Do miedzianego drutu o długości  $30 \text{ m}$  i średnicy  $1 \text{ mm}$  przyłożono różnicę potencjałów  $1 \text{ V}$ . Obliczyć: a) natężenie prądu, b) gęstość prądu, c) natężenie pola elektrycznego, d) szybkość wytwarzania w drucie energii cieplnej.
3. Dwie żarówki o mocach  $20 \text{ W}$  i  $40 \text{ W}$  na napięcie  $220 \text{ V}$  połączone szeregowo. Oblicz opór zastępczy tego układu.
4. Żarówkę o mocy  $40 \text{ W}$  dostosowaną do napięcia  $6 \text{ V}$  przyłączono do baterii o sile elektromotorycznej  $6,3 \text{ V}$  i oporze wewnętrznym  $0,06 \Omega$ . Jakie natężenie prądu przepływa przez żarówkę? Jakiego ustaliło się na niej napięcie? Ile wynosi moc prądu w żarówce?
5. Znaleźć natężenia prądów płynących we wszystkich gałęziach obwodu, jeżeli źródła mają napięcia  $\epsilon_1 = 6 \text{ V}$ ,  $\epsilon_2 = 10 \text{ V}$ ,  $\epsilon_3 = 20 \text{ V}$  i opory wewnętrzne:  $r_1 = 0,2 \Omega$ ,  $r_2 = 0,2 \Omega$ ,  $r_3 = 0,4 \Omega$ , a  $R_1 = 19,8 \Omega$ ,  $R_2 = 45,8 \Omega$  i  $R_3 = 99,6 \Omega$ .



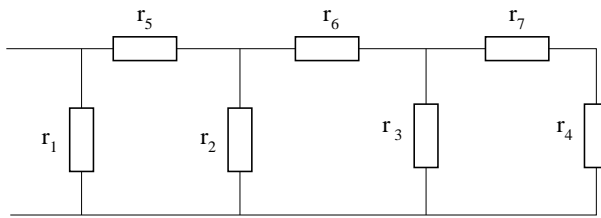
6. Obliczyć opór zastępczy układu pięciu oporników połączonych jak na rysunku a), b), c), jeżeli każdy z oporników ma opór  $R$ .



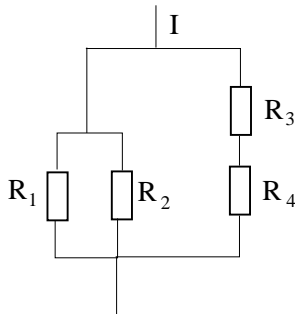
7. W obwodzie z rys.  $\mathcal{E}_1 = 6 \text{ V}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 12 \text{ V}$ ,  $R_1 = 200 \Omega$ ,  $R_2 = 100 \Omega$ . Wyznacz kierunek i natężenie prądu płynącego każdy z oporników.



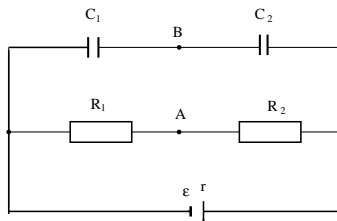
8. Znaleźć opór całkowity schematu z rysunku, jeżeli  $r_1 = r_2 = r_3 = 20 \Omega$ , a  $r_4 = r_5 = r_6 = r_7 = 10 \Omega$ .



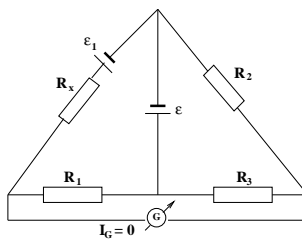
9. Na rysunku przedstawiono fragment obwodu elektrycznego. Oblicz natężenie prądu płynącego przez każdy z oporów, jeżeli:  $R_1=4 \Omega$ ,  $R_2=4 \Omega$ ,  $R_3=2 \Omega$ ,  $R_4=2 \Omega$ , a  $I=6 \text{ A}$ .



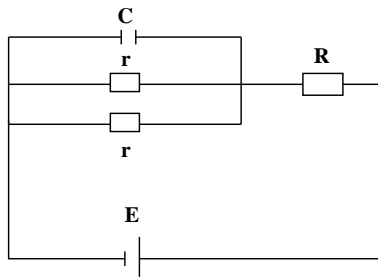
10. Dwa kondensatory o pojemnościach  $C_1$  i  $C_2$  oraz dwa oporniki o oporach  $R_1$  i  $R_2$  połączono z ogniwoem o sile elektromotorycznej  $\mathcal{E}$  i oporze wewnętrznym  $r$  (rys). Znaleźć różnicę potencjałów między punktami  $A$  i  $B$ .



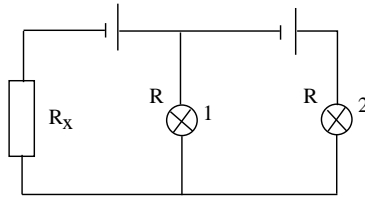
11. W układzie elektrycznym przedstawionym na rysunku powyżej dane są opory  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  oraz siły elektromotoryczne  $\mathcal{E}$  i  $\mathcal{E}_1$ . Określić opór  $R_x$ , jeżeli wiadomo, że w obwodzie galwanometru  $G$  nie płynie prąd ( $I_G=0$ ). Jaki układ otrzymamy, gdy  $\mathcal{E}_1=0$  ?



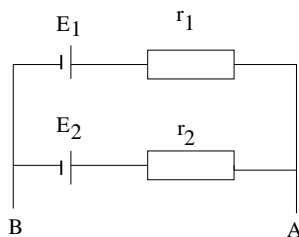
12. Przewody doprowadzające prąd z sieci do grzałki mają opór  $0.5 \Omega$ . Jaki powinien być opór grzałki, aby wydzieliła się na niej moc  $2 \text{ kW}$ ? Napięcie sieci wynosi  $220 \text{ V}$ .
13. Dwa jednakowe oporniki, każdy o oporze  $r = 25 \Omega$ , opór  $R = 50 \Omega$  oraz kondensator o pojemności  $C = 4 \mu\text{F}$  połączono ze źródłem napięcia według schematu poniżej. Obliczyć siłę elektromotoryczną źródła, jeżeli ładunek na kondensatorze wynosi  $q = 1.1 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ . Opór wewnętrzny źródła pominać.



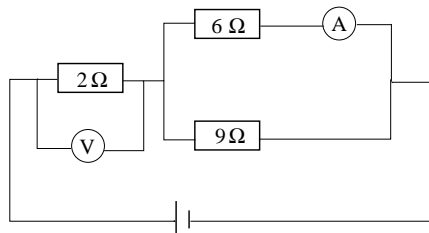
14. Równolegle połączone oporniki o oporach  $R_1=6\ \Omega$  i  $R_2=9\ \Omega$  włączono w obwód składający się z szeregowo połączonych ogniw o sile elektromotorycznej  $E=1.2\ \text{V}$  i oporze wewnętrznym  $R_w=0.1\ \Omega$  każde. W obwodzie popłynął prąd o natężeniu  $3\ \text{A}$ . Obliczyć ilość ogniw  $n$ .
15. Dwa oporniki:  $480\ \Omega$  oraz  $320\ \Omega$  włączono szeregowo do sieci o napięciu  $220\ \text{V}$ . Znaleźć opór całkowity oporników, natężenie prądu w obwodzie oraz napięcie na końcach przewodnika.
16. W obwodzie przedstawionym na rysunku znajdują się dwa jednakowe ogniwa i dwie jednakowe żarówki. Opór każdej żarówki wynosi  $R$ .
- Która z żarówek świeci silniej?
  - Jaki powinien być opór  $R_x$ , aby przez pierwszą żarówkę prąd nie płynął?



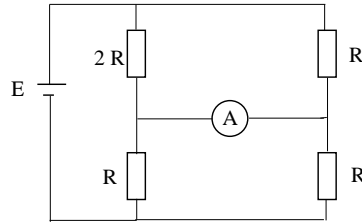
17. Dwa jednakowe ogniwa o oporze wewnętrznym  $r$  każde zasilają żarówkę. Obliczyć opór  $R$  żarówki, jeżeli niezależnie od tego, czy ogniwa są połączone szeregowo, czy równolegle, moc wydzielana na żarówce jest jednakowa.
18. Ile wynosi różnica potencjałów między punktami A i B, jeżeli siły elektromotoryczne źródeł wynoszą  $\epsilon_1=1\ \text{V}$ ,  $\epsilon_2=1.3\ \text{V}$ , a opory  $r_1=10\ \Omega$ , a  $r_2=5\ \Omega$ ?



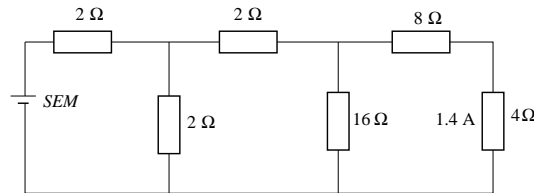
19. Dysponujemy oporami:  $4\ \Omega$ ,  $6\ \Omega$ , i  $12\ \Omega$ . Uwzględniając wszystkie możliwe kombinacje połączeń, jaki najmniejszy opór zastępczy możemy uzyskać?
20. W obwodzie przedstawionym na rysunku woltomierz  $V$  wskazuje napięcie  $10\ \text{V}$ . Jaki prąd pokazuje amperomierz?



21. Do baterii podłączono dwie identyczne grzałki o oporach  $5 \Omega$  każda. Ile wynosi opór wewnętrzny baterii, jeżeli moc wydzielona na obydwu grzałkach nie zależy od sposobu ich wzajemnego połączenia. Ile razy wzrosnie moc wydzielona na oporniku zewnętrznym, jeżeli do baterii podłączymy tylko jedną grzałkę?
22. Jaki prąd pokazuje miernik  $A$  w obwodzie przedstawionym na rysunku?



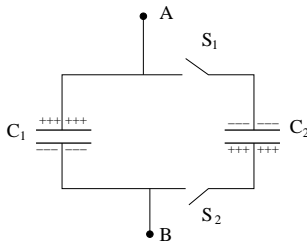
23. Jeżeli dysponujemy oporami  $100 \Omega$  i  $200 \Omega$  i chcemy w określonym czasie z jednego gniazdka  $220 \text{ V}$  uzyskać jak największą ilość ciepła, to jak najlepiej połączyć układ? Oblicz to ciepło. Czy wykorzystać należy jedynie mniejszy opór, czy jedynie większy, czy połączyć je szeregowo lub równoległe, czy też może uzyskana moc nie zależy od sposobu połączenia?
24. Na rysunku podano wartość natężenia prądu płynącego przez opornik o oporze  $4 \Omega$ . Ile wynosi  $SEM$  źródła, o którym zakładamy, że jest doskonałe?



25. Amperomierz o oporze wewnętrznym  $r = 0.1 \Omega$  połączono szeregowo z oporem  $R = 9 \Omega$  i następnie dołączono do biegunów ogniwa o oporze wewnętrznym  $r_1 = 0.9 \Omega$ . Jaka była siła elektromotoryczna ogniwa, jeżeli amperomierz pokazał prąd o natężeniu  $I = 0.2 \text{ A}$ ?
26. Linia zasilająca o różnicy potencjałów  $120 \text{ V}$  jest chroniona bezpiecznikiem 15-amperowym. Ile żarówek 500-watowych można maksymalnie podłączyć jednocześnie do tej linii bez przepalenia bezpiecznika?
27. Źródło o  $SEM \mathcal{E} = 2 \text{ V}$  i oporze wewnętrznym  $0.5 \Omega$  zasila silnik elektryczny, który podnosi ciało o ciężarze  $2 \text{ N}$  ze stałą prędkością  $0.5 \text{ m/s}$ . Przyjmij, że nie ma strat energii i oblicz: a) natężenie prądu w układzie silnika, b) różnicę potencjałów na końcówkach silnika.

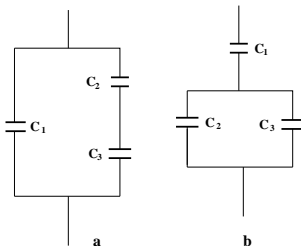
# Kondensatory

1. Korzystając z prawa Gaussa oblicz pojemność kondensatora płaskiego o powierzchni okładek  $A$  i odległości między nimi  $d$ .
2. Kabel koncentryczny ma przewód centralny o promieniu  $a = 2 \text{ mm}$  i współosiowy z nim przewód cylindryczny o promieniu  $b = 7 \text{ mm}$ . Przenikalność względna izolatora oddzielającego te przewody wynosi  $\epsilon_w = 2$ . Jaka jest pojemność elektryczna takiego kabla przypadająca na  $l = 1 \text{ m}$  długości?
3. Kondensator płaski o pojemności  $4 \mu\text{F}$  naładowano w próżni do napięcia  $120 \text{ V}$  i odłączono od źródła napięcia. Następnie kondensator zanurzono pionowo w ciekłym dielektryku o stałej dielektrycznej równej  $11$ , tak, że dielektryk wypełnił połowę objętości kondensatora. Oblicz pojemność zastępczą oraz napięcie po zanurzeniu kondensatora w dielektryku.
4. Po naładowaniu próżniowego kondensatora płaskiego o pojemności  $10 \mu\text{F}$  do napięcia  $100 \text{ V}$ , zostaje on odłączony od źródła napięcia. Jaka pracę trzeba wykonać, aby rozsunąć okładki tego kondensatora na odległość dwa razy większą niż początkowa? Ile będzie wynosiło napięcie między okładkami po ich rozsunięciu?
5. Akumulator o sile elektromotorycznej  $\epsilon$  połączono z płaskim kondensatorem. Następnie rozsunęto okładki kondensatora na odległość  $n$  razy większą wykonując przy tym pracę  $W$ . Obliczyć pojemność początkową kondensatora.
6. Płaski kondensator naładowano do napięcia  $U_0$ .
  - a) Jak zmieni się napięcie na kondensatorze, jeżeli rozsunieśmy okładki na  $n$  razy większą odległość?
  - b) Jak zmieni się wówczas natężenie pola elektrycznego?
  - c) Jak zmieni się ładunek na kondensatorze?
7. Kondensator płaski o pojemności  $16 \text{ nF}$  jest podłączony do baterii dostarczającej  $70 \text{ V}$ . Jaka pracę należy wykonać, aby podwoić odległość pomiędzy okładkami kondensatora przy:
  - a) baterii cały czas dołączonej,
  - b) baterii odłączonej przed rozsunieniem okładek.
8. Kondensatory  $C_1$  ( $1 \mu\text{F}$ ) i  $C_2$  ( $3 \mu\text{F}$ ) są naładowane do potencjału  $100 \text{ V}$  każdy, ale przeciwnego znaku. Następnie zamykamy przełączniki  $S_1$  i  $S_2$ . Jaka jest różnica potencjałów pomiędzy punktami  $A$  i  $B$ ? Jaki jest ładunek na  $C_1$ , a jaki na  $C_2$ ?

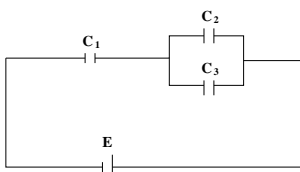


9. Dwa płaskie kondensatory powietrzne połączono równolegle i naładowano ładunkiem  $Q$ . Powierznie okładek wynoszą odpowiednio  $S_1$  i  $S_2$ , a odległości między nimi  $d_1$  i  $d_2$ . Oblicz: a) ładunki na każdym kondensatorze, b) natężenie pola elektrycznego między okładkami każdego z kondensatorów.
10. Okładki kondensatora naładowanego do napięcia  $100 \text{ V}$  połączono za pomocą opornika o dużym oporze. W krótkim czasie opornik rozładował się częściowo. Przez opornik przepłynął ładunek  $0.005 \text{ C}$  i wydzieliło się ciepło  $3/8 \text{ J}$ . Obliczyć pojemność kondensatora.
11. Okładki kondensatora o pojemności  $C$  naładowanego do napięcia  $U$  połączono równolegle z okładkami identycznego kondensatora, lecz nie naładowanego. Obliczyć zmianę energii  $\Delta E$  układu kondensatorów wywołaną połączeniem.

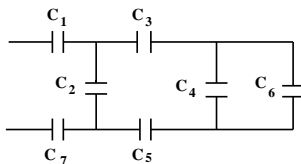
12. Płaski kondensator z dielektrykiem  $\epsilon_r$  o pojemności  $C$  naładowano do napięcia  $U$  i odłączono od źródła napięcia. Jaką pracę należy wykonać, aby usunąć dielektryk spośród okładek kondensatora?
13. Trzy kondensatory o pojemnościach  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  połączono jak na rysunkach poniżej (a i b) i naładowano ładunkiem  $Q$ . Obliczyć ładunki na okładkach każdego z kondensatorów.



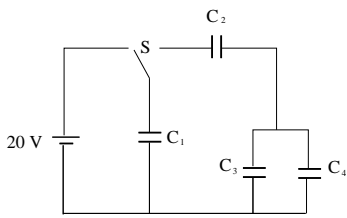
14. Dane są trzy kondensatory o pojemnościach:  $C_1=1 \mu\text{F}$ ,  $C_2=2 \mu\text{F}$ ,  $C_3=3 \mu\text{F}$ , które są połączone jak na rysunku i dołączone do źródła napięcia o sile elektromotorycznej  $E=12 \text{ V}$ . Wyznaczyć ładunki na każdym kondensatorze.



15. Między pionowymi okładkami kondensatora płaskiego znajdującego się w powietrzu, zawieszono na cienkiej nici małą kulkę naładowaną ładunkiem  $5q$ . Jakiego ładunku należy udzielić okładkom kondensatora, aby kulka odchyliła się od pionu o kąt  $45^\circ$ . Ciężar kulki  $0.4 \text{ N}$ , powierzchnia każdej okładki kondensatora  $0.3 \text{ m}^2$ .
16. Oblicz całkowitą pojemność baterii kondensatorów (rys.), jeżeli  $C_1=C_3=C_5=C_7=4 \mu\text{F}$ , a  $C_2=C_4=C_6=1 \mu\text{F}$ . Jaki ładunek zgromadzi się na okładkach każdego z kondensatorów, gdy do układu przyłączymy źródło o napięciu  $120 \text{ V}$ ?



17. Pyłek o masie  $1 \text{ mg}$ , naładowany ładunkiem  $1 \text{ nC}$  spada w próżni w polu elektrycznym płaskiego kondensatora naładowanego do napięcia  $100 \text{ V}$ . Okładki kondensatora ustawione są pionowo i oddalone od siebie o  $10 \text{ cm}$ . Jaka może być maksymalna wysokość okładek, przy której pyłek przeleci przez kondensator nie uderzając w okładkę.
18. W naładowanym kondensatorze próżniowym przeniesienie elektronu z dodatnio naładowanej okładki na ujemną wymagało pracy  $10 \text{ eV}$ . Po dodatkowym naładowaniu kondensatora elektron spadający na dodatnią okładkę uzyskał prędkość  $3.5 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ . Obliczyć ładunek, który dodatkowo wprowadzono na okładki kondensatora, jeżeli jego pojemność wynosi  $10 \text{ pF}$ .
19. W obwodzie z rys.  $C_1=2 \mu\text{F}$ ,  $C_2=16 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = C_4=8 \mu\text{F}$ . Klucz  $S$  znajduje się początkowo w lewym położeniu, a po całkowitym naładowaniu się kondensatora 1, zostaje przestawiony w położenie prawe. Ile wynosi (po ustaleniu się równowagi w obwodzie):
- ładunek na kondensatorze 2?
  - różnica potencjałów okładek tego kondensatora?



20. W obwodzie z rysunku wszystkie kondensatory mają pojemność  $10 \mu\text{F}$ . Wyznacz:  
 a) ładunek na kondensatorze 1, b) ładunek na kondensatorze 2

