

Elektryczność i magnetyzm

Plus Dodatni

Rozwiązanie każdego zadania zapisz na oddzielnej, podpisanej kartce z wyraźnie zaznaczonym numerem zadania.

Założenia do zadań

Wszystkie przewodniki są uznawane za cienkie, o ile treść zadania nie stanowi inaczej. Jako ramkę określono strukturę przypominającą kształtem obwód prostokąta, wzdłuż którego nawinięty jest przewód. Natomiast obwód oznacza przewodnik, przez który płynie prąd elektryczny. Powierzchnia ramki jest to fragment płaszczyzny ograniczony ramką. Za płaszczyznę obwodu uznajemy płaszczyznę zawierającą wszystkie elementy obwodu. Powodzenia!

1 Zadanie – Łamigłówka z elektrostatyki

Do dyspozycji masz uziemienie oraz trzy jednakowe metalowe kule, dwie z nich naładowane są ładunkiem Q , a trzecia ładunkiem $-Q$. Otrzymaj na jednej z nich ładunek $\frac{3}{8}Q$. Możesz łączyć kule ze sobą oraz z uziemieniem.

Odpowiedź: Najszybsza droga do uzyskania na jednej kuli ładunku o wartości $\frac{3}{8}Q$:

I połączenie kul o ładunkach Q i $-Q$

II połączenie kul o ładunkach 0 i Q

III połączenie kul o ładunkach $\frac{1}{2}Q$ i 0

IV połączenie kul o ładunkach $\frac{1}{2}Q$ i $\frac{1}{4}Q$

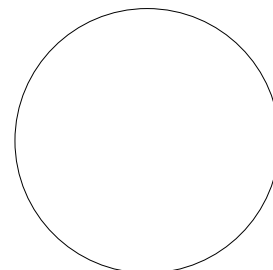
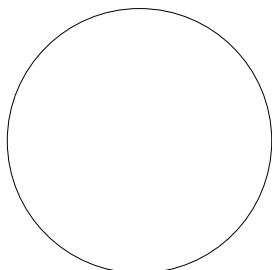
V i w ten sposób uzyskaliśmy ładunek $\frac{3}{8}Q$.

Uwaga! Za każdym razem łączymy kule na tyle długo, aby uzyskać taki sam ładunek na obydwu kulach.

2 Zadanie – Naładowane kule

Powierzchnie dwóch jednakowych plastikowych kul naładowano jednorodnie: pierwszej kuli ładunkiem $-2q$, a drugiej ładunkiem $-3q$. Środki kul na początku były w odległości d od siebie, następnie przemieszczono jedną z kul i ta odległość wynosiła $4d$.

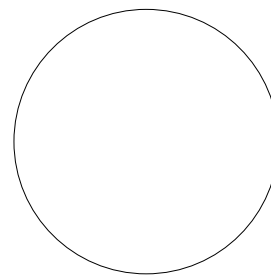
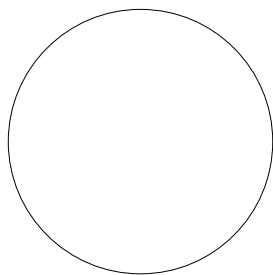
a) Uzupełnij luki i skreśl wyrazy tak, aby tabela zawierała prawdziwe informacje o siłach działających na kule przedstawione na rysunku.



kula 1		kula 2	
przed rozsunięciem			
zwrot siły działającej na kulę 1:	w prawo/w lewo	zwrot siły działającej na kulę 2:	w prawo/w lewo
wyrażenie opisujące wartość tej siły:		wyrażenie opisujące wartość tej siły:	
po rozsunięciu			
zwrot siły działającej na kulę 1:	w prawo/w lewo	zwrot siły działającej na kulę 2:	w prawo/w lewo
wyrażenie opisujące wartość tej siły:		wyrażenie opisujące wartość tej siły:	

b) Oblicz stosunek wartości siły działającej po rozsunięciu do tej, która działała na początku.

Odpowiedź: a)



kula 1		kula 2	
przed rozsunięciem			
zwrot siły działającej na kulę 1:	w prawo /w lewo	zwrot siły działającej na kulę 2:	w prawo/ w lewo
wyrażenie opisujące wartość tej siły:	$F = k \frac{6q^2}{d^2}$	wyrażenie opisujące wartość tej siły:	$F = k \frac{6q^2}{d^2}$
po rozsunięciu			
zwrot siły działającej na kulę 1:	w prawo /w lewo	zwrot siły działającej na kulę 2:	w prawo/ w lewo
wyrażenie opisujące wartość tej siły:	$F = k \frac{6q^2}{(4d)^2}$	wyrażenie opisujące wartość tej siły:	$F = k \frac{6q^2}{(4d)^2}$

b) Stosunek sił wynosi $\frac{1}{(4)^2} \approx 0,0625$.

3 Zadanie – Natężenie pola elektrycznego

Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego w odległości 22 nm od jądra atomowego o liczbie atomowej 12. Opisz również kierunek i zwrot wektora natężenia pola elektrycznego względem jądra. Pomiń wpływ innych obiektów.

Odpowiedź: Wartość natężenia pola elektrycznego $|\vec{E}| = kne/r^2 \approx 35,7 \cdot 10^6$ N/C, gdzie n jest liczbą atomową, e ładunkiem protonu, a k stałą elektryczną. Kierunek wektora natężenia pola elektrycznego \vec{E} jest taki sam jak prosta przechodząca przez jądro i punkt, w którym określamy pole. Zwrot \vec{E} jest *od jądra*.

4 Zadanie – Proton wewnątrz kondensatora

Pomiędzy okładki płaskiego kondensatora próżniowego, równoległe do jego okładek, wpada proton poruszający się z prędkością 7700 m/s. Oblicz przyrost energii kinetycznej protonu po przejściu przez kondensator, jeżeli odległość między okładkami wynosi 7 mm, napięcie między nimi 2 V, a długość okładek 4 cm. Proton nie zetknął się z okładkami kondensatora. Pomiń oddziaływanie grawitacyjne. Przyjmij, że pole elektryczne między okładkami jest jednorodne.

Odpowiedź: Przyrost energii kinetycznej wynosi około 106 eV.

5 Zadanie – Proton w polu magnetycznym

W jednorodnym polu magnetycznym o indukcji 9,8 T porusza się proton po okręgu o promieniu 17 cm. Oblicz częstotliwość, z jaką porusza się proton.

Odpowiedź: Częstotliwość, z jaką porusza się proton, wynosi około $149 \cdot 10^6$ Hz.

6 Zadanie – Skrzyżowanie pól

W obszar pola elektrycznego skrzyżowanego z polem magnetycznym trafia cząstka α . Cząstka wewnątrz tego obszaru porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym z prędkością 550 m/s. Natężenie pola elektrycznego wynosi 700 N/C. Oblicz wartość indukcji pola magnetycznego wewnątrz tego obszaru.

Odpowiedź: Wartość indukcji pola magnetycznego wynosi około 1,27 T.

7 Zadanie – Ruch po linii śrubowej

Proton o energii kinetycznej $4,9 \cdot 10^{-14}$ J wpada w obszar jednorodnego pola magnetycznego, którego wektor indukcji ma wartość 7,3 T. Kąt między kierunkiem wektora indukcji a kierunkiem prędkości protonu jest równy 45° . Ile wynosi skok linii śrubowej, po której porusza się proton? Przyjmij, że energia kinetyczna protonu jest stała.

Odpowiedź: Skok linii śrubowej wynosi około 4,87 cm.

8 Zadanie – Przyciągnięty elektron

Oblicz pracę siły elektrostatycznej ciężkiego jonu o wypadkowym ładunku $+5e$, gdzie e jest ładunkiem protonu, podczas przyciągania elektronu z odległości 9 mm do 8 nm. Przyjmij, że elektron na początku i na końcu procesu spoczywa. Wynik wyraż w elektronowoltach oraz w dżulach.

Odpowiedź: Praca

$$W_{1 \rightarrow 2} = -k n e e \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \approx 0,9 \text{ eV} \approx 144 \cdot 10^{-21} \text{ J}$$

gdzie $n = +5$.

9 Zadanie – Praca nad ładunkiem w polu dipola elektrycznego

Oblicz pracę, jaką wykonała zewnętrzna siła, przemieszczając proton po półokręgu w polu trwałego, nieruchomego dipola elektrycznego o wartości momentu dipolowego $5,1 \cdot 10^{-30} \text{ Cm}$. Początkowo proton spoczywał na symetralnej dipola w odległości 1,2 nm od tego dipola. Na końcu proton również spoczywał na symetralnej dipola, ale w odległości 2,7 nm od tego dipola i po jego drugiej stronie.

Odpowiedź: Praca zewnętrznej siły jest równa 0.

10 Zadanie – Obrót molekuly w polu innej cząsteczki

Oblicz, ile energii zostanie przekazane otoczeniu, gdy molekula posiadająca moment dipolowy o wartości $2,5 \cdot 10^{-30} \text{ Cm}$ ustawi się tak, by jej moment dipolowy był skierowany przeciwnie do momentu dipolowego drugiej, unieruchomionej molekuly znajdującej się w odległości 1,7 nm. Wartość momentu dipolowego drugiej molekuly jest równa $14,5 \cdot 10^{-30} \text{ Cm}$. Początkowo momenty dipolowe są ustawione równoległe i mają zgodne zwroty. Momenty dipolowe są prostopadłe do wektora względnego położenia molekuł. Przyjmij, że molekuly są trwałymi dipolami punktowymi. Energia potencjalna dwóch dipoli punktowych jest równa

$$E_p = k \left(\vec{p}_1 \cdot \vec{p}_2 - 3 \frac{\vec{p}_1 \cdot \vec{r}}{r} \frac{\vec{p}_2 \cdot \vec{r}}{r} \right) \frac{1}{r^3}$$

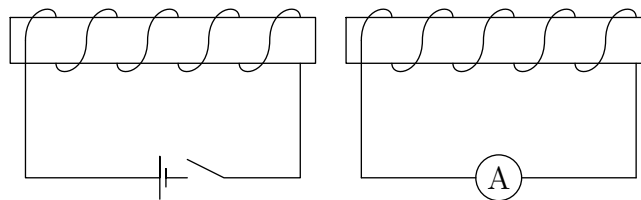
gdzie k jest stałą elektryczną, \vec{p}_i momentem dipolowym, a \vec{r} wektorem względnego położenia dipoli. Korzystając z tego wzoru, uzasadnij, które jego składowe są istotne w rozważanym problemie. Wynik wyraż w elektronowoltach oraz w dżulach.

Odpowiedź: Energia przekazana otoczeniu

$$W_{A \rightarrow B} = E_{pA} - E_{pB} = 2 k p_1 p_2 / r^3 \approx 828 \text{ } \mu\text{eV} \approx 1330 \cdot 10^{-25} \text{ J}$$

11 Zadanie – Zwojnica

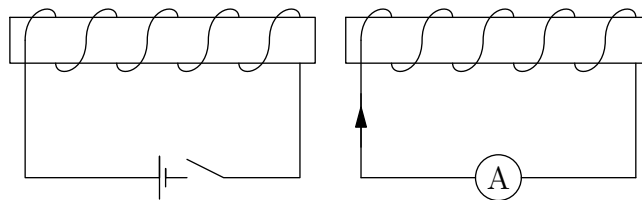
Na schemacie przedstawiono dwie zwojnice. W pierwszym obwodzie znajduje się bateria i włącznik, w drugim amperomierz. Po otworzeniu zamkniętego obwodu po lewej stronie w obwodzie po prawej stronie amperomierz zarejestrował przepływ prądu.



- a) Jak wyjaśnisz przepływ prądu w obwodzie po prawej stronie?
- b) Zaznacz na rysunku, w którym kierunku będzie płynął prąd w obwodzie po prawej stronie. Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

- a) Tuż po otwarciu obwodu po lewej stronie wzrasta w nim natężenie prądu, co powoduje zmianę pola magnetycznego wokół zwojnicy po lewej stronie, a więc także pola magnetycznego w otoczeniu zwojnicy po prawej stronie. Zajdzie zjawisko indukcji elektromagnetycznej.
- b) Zgodnie z regułą Lenza w obwodzie po prawej stronie popłynie prąd wyindukowany, taki żeby przeciwdziałać przyczynie wywołującej go. Gdy otwieramy obwód, zmniejszamy strumień pola elektromagnetycznego wokół zwojnicy, więc prąd w zwojnicy po prawej stronie popłynie w taki sposób, że bieguny elektromagnesu, jakim jest zwojnica, ustawią się tak samo, jak w zwojnicy po lewej stronie.



12 Zadanie – Cewka i magnes

Układ składa się z wykonanej z miedzianego drutu, podłączonej tylko do amperomierza cewki oraz trwałego, silnego magnesu. Cewka i magnes mogą być niezależnie przesuwane wzdłuż prostej, która jest jednocześnie osią cewki i magnesu (bieguny magnesu leżą na tej prostej). W poniższej tabeli, w wymienionych trzech przypadkach opisz zachowanie wartości bezwzględnej natężenia prądu, $|I|$, płynącego przez cewkę (*maleje, rośnie, stała i różna od 0, równa 0*) oraz wypadkowe oddziaływanie elektromagnetyczne między cewką a magnesem (*przyciągają się, odpychają się, nie oddziałują*).

opis	$ I $	oddziaływanie
Magnes jest ze stałą prędkością zbliżany do nieruchomej cewki		
Magnes spoczywa w środku nieruchomej cewki		
Cewka jest ze stałą prędkością oddalana od nieruchomego magnesu		

Odpowiedź:

opis	$ I $	oddziaływanie
Magnes jest ze stałą prędkością zbliżany do nieruchomej cewki	rośnie	odpychają się
Magnes spoczywa w środku nieruchomej cewki	równa 0	brak oddziaływania
Cewka jest ze stałą prędkością oddalana od nieruchomego magnesu	maleje	przyciągają się

13 Zadanie – Dwa przewodniki kołowe

Dwa przewodniki w kształcie okręgów o promieniach r i $2r$, współśrodkowe i leżące w jednej płaszczyźnie, znajdują się w jednorodnym polu magnetycznym o wektorze indukcji B prostopadłym do płaszczyzny przewodników. Ile wynosi strumień indukcji magnetycznej przenikający przez powierzchnię pomiędzy przewodnikami? Oblicz wartość strumienia dla $B = 3,9$ T i $r = 54$ cm.

Odpowiedź: Wartość strumienia wynosi około 10,7 Wb.

14 Zadanie – Kwadratowy obwód

Obwód w kształcie kwadratu o boku 0,6 m jest umieszczony prostopadle do wektora indukcji pola magnetycznego o wartości 5,1 T. Ile była równa wartość siły elektromotorycznej indukcji, jeśli indukcja pola magnetycznego zmalała jednostajnie w czasie 7 s do 1 T? Pomijamy pole magnetyczne powstające na skutek przepływu prądu w obwodzie.

Odpowiedź: Wartość siły elektromotorycznej indukcji wynosi około 0,21 V.

15 Zadanie – Indukcja w ramce

Prostokątny obwód o bokach 59 cm i 53 cm znajduje się w obszarze, gdzie wektor indukcji magnetycznej jest prostopadły do powierzchni zawierającej obwód i zależy od czasu jak $B = B_o \cos(\omega t)$, gdzie $B_o = 23$ T, a $\omega = 0,5$ 1/s. Wyznacz zależność od czasu siły elektromotorycznej wyindukowanej w ramce, a następnie oblicz, ile będzie ona wynosiła dla $t = 120$ s.

Odpowiedź: Zależność indukcji od czasu wynosi $B(t) = 3,6\sin 0,5t$. A w 120 s indukcja wynosi 3,11 T.

16 Zadanie – Obwód wyjmowany z pola magnetycznego

Prostokątny obwód elektryczny jest umieszczony w prostopadłym do jego powierzchni polu magnetycznym o indukcji 8,1 T. Jeśli jego powierzchnia wynosi 1 m², a opór 90 Ω , to jaki ładunek przepłynie przez przekrój poprzeczny przewodnika podczas wyjmowania obwodu z pola magnetycznego? Pomijamy pole magnetyczne powstające na skutek przepływu prądu w obwodzie.

Odpowiedź: Podczas wyjmowania ramki przepłynął ładunek około 0,09 C.

17 Zadanie – Obracająca się ramka w polu magnetycznym

Na ramkę o powierzchni 2 cm^2 nawinięto 1000 zwojów cienkiego izolowanego przewodu. Ramka obraca się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $7,5 \text{ T}$. Oś obrotu znajduje się w płaszczyźnie ramki i jest prostopadła do wektora indukcji pola magnetycznego. W ramce wyindukowała się siła elektromotoryczna o amplitudzie 38 V . Oblicz częstotliwość obrotów ramki.

Odpowiedź: Częstotliwość obrotów ramki wynosi około $4,03 \text{ Hz}$.

18 Zadanie – Wirujący obwód w polu magnetycznym

Obwód w kształcie kwadratu o polu powierzchni 1200 cm^2 obraca się ruchem jednostajnym z prędkością kątową 15 rad/s w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $3,1 \text{ T}$. Oś obrotu znajduje się w płaszczyźnie obwodu i tworzy kąt 60° z kierunkiem linii wektora indukcji pola magnetycznego. Znajdź maksymalną siłę elektromotoryczną indukowaną w obwodzie. Pomijamy pole magnetyczne powstające w wyniku ruchu ładunków w obwodzie.

Odpowiedź: Maksymalna siła elektromotoryczna indukowana w obwodzie wynosi około $4,83 \text{ V}$.

19 Zadanie – Odchylający się pręt

Jednorodny pręt metalowy o masie $0,22 \text{ kg}$ i długości $0,8 \text{ m}$ zawieszono poziomo na dwóch równoległych sznurach o jednakowej długości. Sznury zostały przymocowane do końców pręta. Całość umieszczono w jednorodnym pionowym polu magnetycznym o indukcji $0,2 \text{ T}$. Jeżeli przez pręt płynie prąd elektryczny, to sznury odchylają się od pionu o kąt 45° . Oblicz natężenie płynącego prądu i siłę napinającą każdy ze sznurów. Pomijamy masę sznurów oraz wpływ przewodów, którymi doprowadzono prąd do pręta.

Odpowiedź: Natężenie prądu w pręcie wynosi około $13,5 \text{ A}$. Siła napinająca sznur wynosi około $1,53 \text{ N}$.

20 Zadanie – Pręt w polu magnetycznym

Wartość indukcji jednorodnego pola magnetycznego wynosi $9,3 \text{ T}$. Cienki metalowy pręt o długości $3,1 \text{ m}$ porusza się ze stałą prędkością 28 m/s prostopadłą do pręta i do wektora indukcji. Pręt znajduje się w płaszczyźnie prostopadłej do linii pola magnetycznego. Oblicz wartość siły elektromotorycznej indukcji powstałej między końcami pręta. Pomijamy pole magnetyczne powstałe podczas ruchu ładunków w pręcie.

Odpowiedź: Wartość siły elektromotorycznej indukcji wynosi około 807 V .

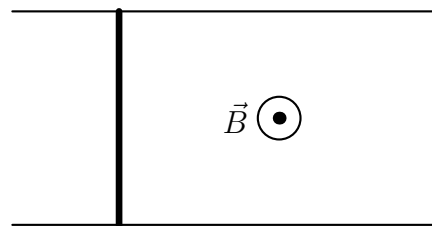
21 Zadanie – Wirujący pręt w polu magnetycznym

Pręt o długości $1,8 \text{ m}$ wiruje ze stałą prędkością kątową 20 rad/s w polu magnetycznym o indukcji $0,3 \text{ T}$. Oś obrotu jest prostopadła do pręta i przechodzi przez jego koniec równoległe do linii pola magnetycznego. Oblicz siłę elektromotoryczną wyindukowaną pomiędzy końcami pręta.

Odpowiedź: Pomiedzy końcami pręta indukuje się siła elektromotoryczna około 9,72 V.

22 Zadanie – Pręt na szynach

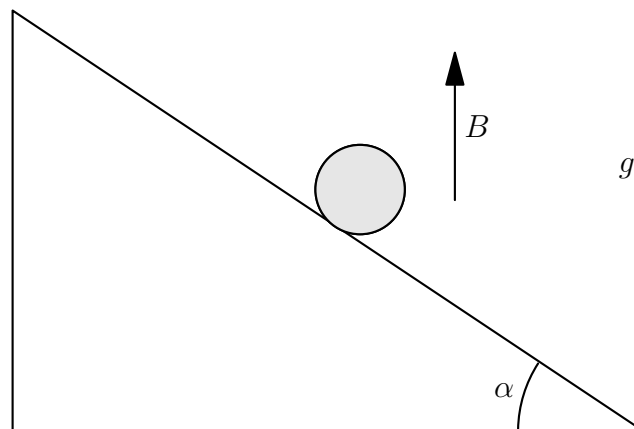
Na dwóch równoległych szynach, leżących na poziomej podłodze w odległości 60 cm od siebie, leży jednorodny metalowy pręt o masie 2 kg. Pręt jest prostopadły do szyn. Po połączeniu szyn ze źródłem prądu, przez pręt płynie prąd 27 A. Pręt i szyny umieszczono w jednorodnym, pionowym polu magnetycznym. Współczynnik tarcia pręta o szyny jest równy 0,18. Oblicz indukcję pola magnetycznego, jeżeli pręt umieszczony w tym polu przesuwa się po szynach ze stałą prędkością równoległą do szyn. Pomijamy pole magnetyczne powstające w wyniku ruchu ładunków w obwodzie.



Odpowiedź: Indukcja pola magnetycznego wynosi około 0,218 T.

23 Zadanie – Pręt spoczywający na równi

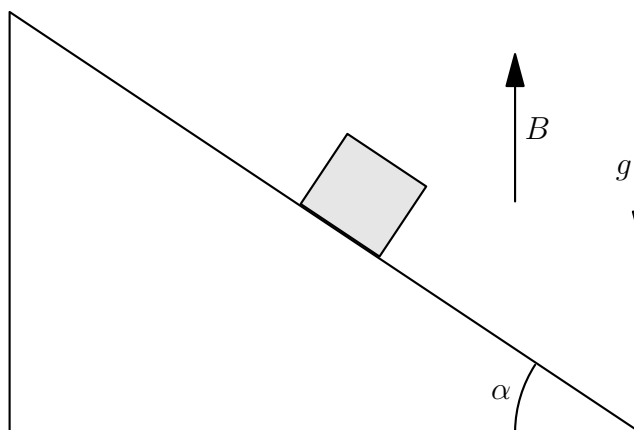
Na równoległych metalowych szynach, ustawionych w odległości 2,5 m, pod kątem 35° do poziomu, położono poziomo, prostopadłe do szyn, miedziany pręt o średnicy 34 mm i długości 3,2 m. Szyny znajdują się w jednorodnym pionowym polu magnetycznym o indukcji 1,7 T. Jaki prąd elektryczny i w którą stronę musi płynąć po podłączeniu źródła prądu do szyn, aby pręt pozostał w spoczynku? Gęstość miedzi wynosi 8933 kg/m^3 . Pomijamy pole magnetyczne powstające w wyniku ruchu ładunków w obwodzie, opór elektryczny szyn oraz tarcie pręta o szyny.



Odpowiedź: Natężenie prądu wynosi około 41,9 A. Prąd musi płynąć tak, aby zwrot siły elektrodynamicznej działającej na pręt na rysunku był w lewo. Oznacza to, że prąd płynący w pręcie musi wypływać z płaszczyzny rysunku, \odot .

24 Zadanie – Pręt zsuwający się po równi

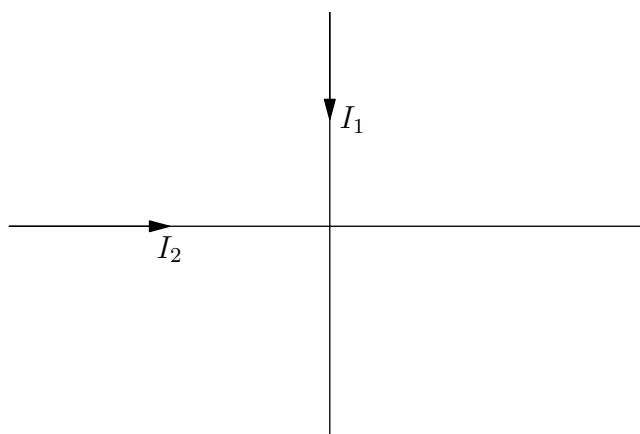
Pręt metalowy o masie 2,1 kg położono poziomo na dwóch równoległych szynach odległych od siebie o 1 m, nachylonych do poziomu pod kątem 45° . Pręt jest prostopadły do szyn. Szyny znajdują się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji 7,2 T skierowanej pionowo. Szyny są połączone na jednym końcu opornikiem o oporze 35Ω . Współczynnik tarcia między prętem i szynami wynosi 0,2. Oblicz prędkość, z jaką będzie zsuwał się pręt, jeśli będzie poruszał się ruchem jednostajnym. Czy zwrot siły elektrodynamicznej w tym układzie zależy od zwrotu indukcji pola magnetycznego? Odpowiedź uzasadnij. Zaniedbaj opór elektryczny szyn i pręta. Pomiń pole magnetyczne powstające w wyniku ruchu ładunków w obwodzie.



Odpowiedź: Prędkość pręta wynosi około 11,1 m/s. Zwrot siły elektrodynamicznej nie zależy od zwrotu indukcji pola magnetycznego. Pręt zsuwa się w dół równi, zatem zmienia strumień pola magnetycznego przechodzącego przez powierzchnię obwodu. Zgodnie z regułą Lenza, w obwodzie powstaje prąd indukcyjny, który przeciwdziała ruchowi pręta.

25 Zadanie – Dwa prostopadłe przewodniki

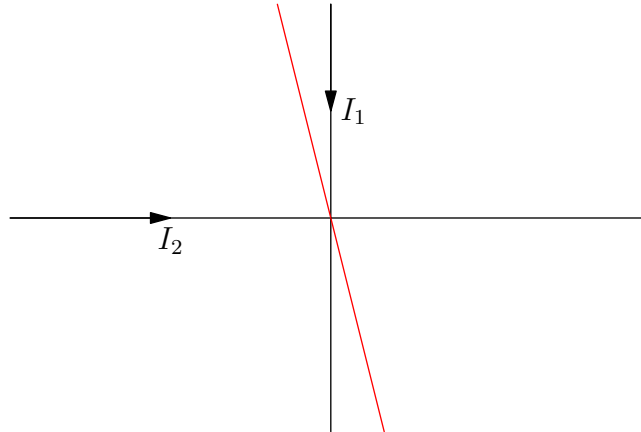
Na płaszczyźnie umieszczono dwa długie, prostopadłe do siebie przewodniki prostoliniowe. Natężenie prądu płynącego w pierwszym przewodniku, I_1 , jest cztery razy mniejsze niż w drugim, I_2 . Znajdź zbiór punktów na płaszczyźnie, gdzie indukcja pola magnetycznego jest równa zero.



Odpowiedź: Przyjmijmy, że przewody oznaczają osie X i Y jak w układzie współrzędnych. Zbiór punktów na płaszczyźnie, w których indukcja pola magnetycznego wynosi zero, spełnia zależność

$$y = -4x$$

x - odległość od przewodu I_1 , y - odległość od przewodu I_2 .



26 Zadanie – Rodzaje magnetyków

Zaobserwowano, że próbka materiału umieszczona w pobliżu cewki, przez którą płynął prąd elektryczny, była odpychana od cewki. Po wyłączeniu prądu płynącego przez cewkę magnetyzacja próbki zmniejszyła się do zera. Podkreśl nazwę opisującą rodzaj magnetyka, z którego wykonana jest próbka: diamagnetyk, paramagnetyk.

Odpowiedź: Próbkę wykonano z diamagnetyka.

27 Zadanie – Rozładowanie akumulatora

Przez 31 godzin rozładowywano akumulator, mierząc płynący prąd amperomierzem. Średnie natężenie prądu podczas rozładowania było równe 27 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez amperomierz. Wynik podaj w kulombach.

Odpowiedź: Przepłynął ładunek równy $Q = It \approx 3010 \text{ C}$.

28 Zadanie – Alarm samochodowy

Przez pewien alarm samochodowy w trybie czuwania przepływa prąd o średnim natężeniu 25 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez ten układ w trakcie 12 dób. Wynik podaj w kulombach i amperogodzinach.

Odpowiedź: Przepłynął ładunek równy $Q = It \approx 7,2 \text{ Ah} \approx 25900 \text{ C}$.

29 Zadanie – Obwód z drutem oporowym

Obwód składa się ze źródła zasilania o napięciu 40 V oraz drutu oporowego w kształcie walca o promieniu podstawy 0,3 mm oraz wysokości 0,22 m. Źródło jest podłączone za pomocą przewodów do podstaw walca. Drut oporowy jest wykonany z Kantalu, którego opór właściwy wynosi $1,45 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Oblicz natężenie prądu płynącego w tym obwodzie.

Odpowiedź: Natężenie prądu płynącego w tym obwodzie wynosi 0,21 A.

30 Zadanie – Opornik

Gdy przez opornik płynął stały prąd o natężeniu 20 mA, napięcie mierzone między końcówkami opornika było równe 1,04 V.

a) Oblicz opór opornika.

b) Zakładając, że opornik spełnia prawo Ohma, oblicz natężenie prądu płynącego przez opornik, gdy napięcie mierzone między jego końcówkami jest równe 8,32 V.

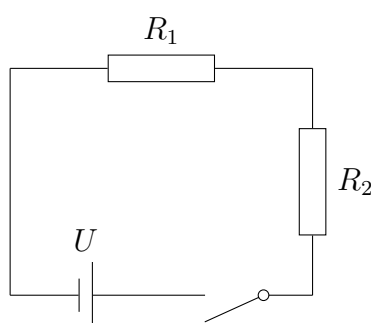
Odpowiedź:

a) Opór $R = U_1/I_1 = 52 \Omega$.

b) Natężenie prądu $I_2 = U_2/R = I_1 U_2/U_1 = 160 \text{ mA}$.

31 Zadanie – Natężenie prądu...

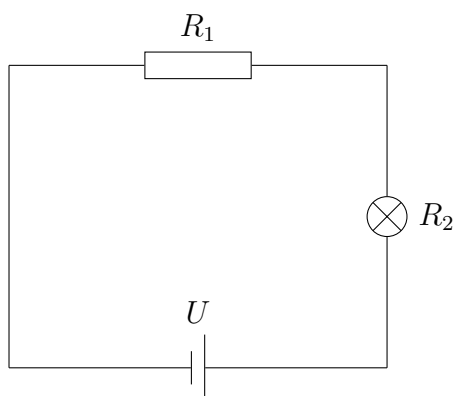
Oblicz natężenie prądu płynącego przez opornik R_1 , jeśli $R_1 = 15 \Omega$, $R_2 = 11 \Omega$, $U = 5 \text{ V}$.



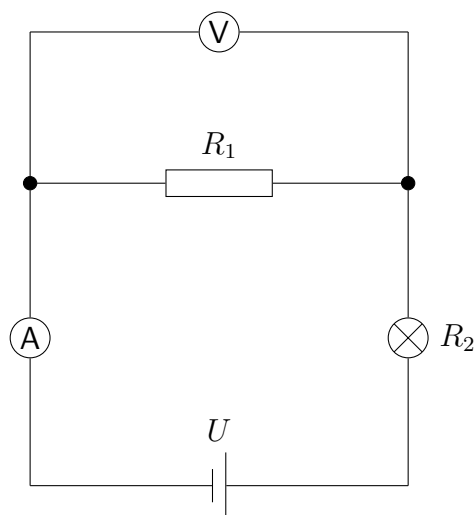
Odpowiedź: Obwód jest otwarty, więc nie płynie w nim prąd, czyli natężenie prądu płynącego przez opornik R_1 jest równe 0 A.

32 Zadanie – Gdzie podłączyć mierniki? I

Narysuj schemat przedstawiający jednocześnie podłączone do poniżej przedstawionego obwodu amperomierz i woltomierz tak, by wskazywały odpowiednio natężenie przepływającego przez opornik R_1 prądu oraz napięcie na tym oporniku. Przyjmij, że amperomierz ma bardzo mały, a woltomierz bardzo duży opór w porównaniu z R_1 .

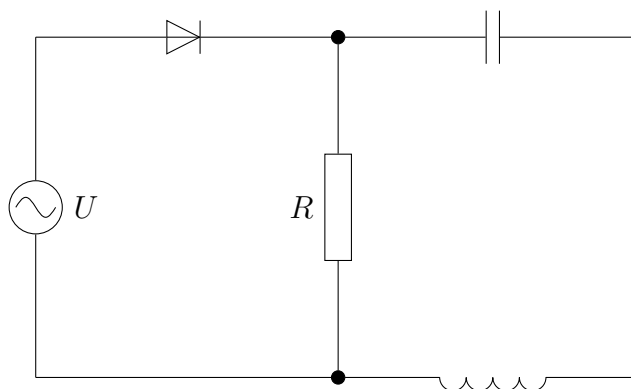


Odpowiedź:

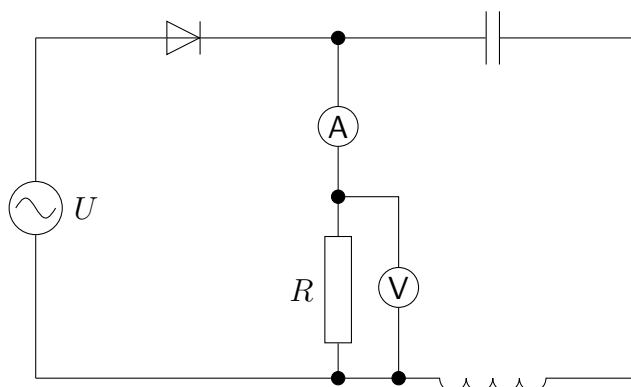


33 Zadanie – Gdzie podłączyć mierniki? II

Narysuj schemat przedstawiający jednocześnie podłączone do poniżej przedstawionego obwodu amperomierz i woltomierz tak, by wskazywały odpowiednio natężenie przepływającego przez opornik R_1 prądu oraz napięcie na tym oporniku. Przyjmij, że amperomierz ma bardzo mały, a woltomierz bardzo duży opór w porównaniu z R .



Odpowiedź:

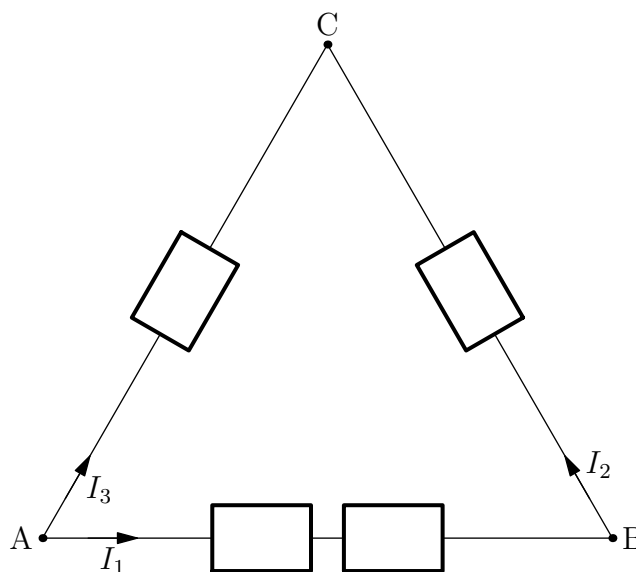


34 Zadanie – Opór zastępczy

Cztery oporniki o takich samych oporach $R = 16 \Omega$ połączono w sposób przedstawiony na rysunku. Napięcie U między punktami A i C wynosi 4 V.

a) Oblicz opór zastępczy między zaciskami A i C.

- b) Oblicz natężenia prądów I_1 , I_2 i I_3 zaznaczonych na rysunku.
 c) Oblicz spadek napięcia między punktami B i C.

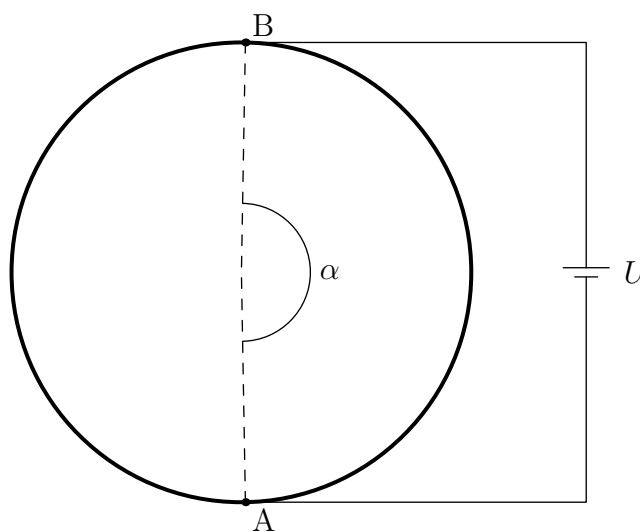


Odpowiedź:

- a) Opór zastępczy takiego układu wynosi 12Ω .
 b) Natężenia poszczególnych prądów wynoszą $I_1 = I_2 = 83,3 \text{ mA}$, a $I_3 = 250 \text{ mA}$.
 c) Spadek napięcia między punktami B i C wynosi $1,33 \text{ V}$.

35 Zadanie – Obwód elektryczny w kształcie okręgu

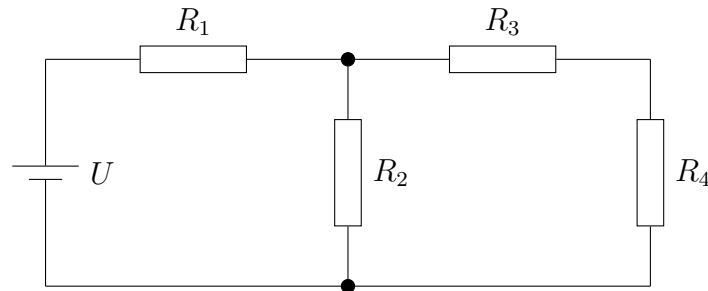
Kawałek drutu o długości 13 cm wykonany z jednorodnego przewodnika wygięto w kształt okręgu. Pomiedzy punktami A i B włączono baterię. Położenie punktów A i B przedstawia rysunek, $\alpha = 178^\circ$. Napięcie U na baterii wynosi $1,3 \text{ V}$. Oblicz moc wydzielaną w tym obwodzie. Opór właściwy zastosowanej substancji wynosi $\rho = 2,82 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. Pole powierzchni przekroju poprzecznego drutu wynosi $S = 18 \text{ mm}^2$. Pomiń opór elektryczny przewodów połączeniowych oraz opór wewnętrzny baterii.



Odpowiedź: Moc wydzielana w układzie wynosi ok. 33200 W .

36 Zadanie – Napięcie na oporniku – obwód 3

Oblicz spadek napięcia na oporniku R_4 w poniższym obwodzie, jeśli $R_1 = 11 \Omega$, $R_2 = 11 \Omega$, $R_3 = 9 \Omega$, $R_4 = 8 \Omega$, $U = 17 \text{ V}$.



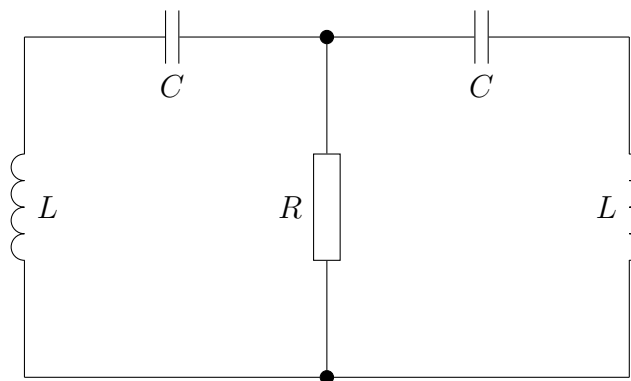
Odpowiedź: Spadek napięcia na oporniku R_4 to

$$U_4 = U \frac{R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)/R_2 + R_1}$$

Dla podanych wartości $U_4 \approx 3,02 \text{ V}$.

37 Zadanie – Oscylujący ładunek

Dany jest układ składający się z dwóch kondensatorów o pojemności C , dwóch cewek o indukcyjności L oraz opornika o rezystancji R . Elementy zostały połączone ze sobą tak, jak przedstawia rysunek poniżej. Znajdź zależność ładunku gromadzącego się na kondensatorach od czasu. Przyjmij, że $L > R^2C$



Odpowiedź: Zależność ładunku od czasu na kondensatorach ma postać:

$$Q_1 = \frac{1}{2}A \cos(\omega_0 t + \varphi_1) + \frac{1}{2}B e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_2),$$

$$Q_2 = \frac{1}{2}A \cos(\omega_0 t + \varphi_1) - \frac{1}{2}B e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_2),$$

gdzie $\beta = \frac{R}{L}$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{CL}}$, $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$.