

47-POWTÓRKA 9

MAGNETYZM. PRĄD PRZEMIENNY

Zadanie 1

W dwóch przewodnikach prostoliniowych nieskończenie długich umieszczonych w próżni, oddalonych od siebie o $r = 10$ cm, płynie prąd. W pierwszym z nich natężenie prądu $I_1 = 1$ A, a w drugim $I_2 = 3$ A. Gdzie znajduje się między nimi taki punkt, w którym indukcja pola jest równa zero? Jakie są względem siebie te kierunki prądu, aby w ogóle było to możliwe? Czy w tym przypadku przewodniki przyciągają się, czy odpychają? Uzasadnij. Oblicz siłę działającą na fragmenty przewodników o długościach 1 m.

Odpowiedź: W odległości $x = 2,5$ cm od przewodnika, w którym płynie prąd o natężeniu 1 A.

Kierunki prądów muszą być zgodne.

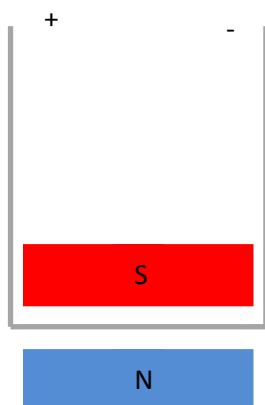
Przewodniki przyciągają się siłą $F = 6 \cdot 10^{-6}$ N. Uzasadnienie w oparciu o regułę Fleminga na przykład.

Zadanie 1 - DOMOWE

Jak wielki prąd musiałby popłynąć przez przewodnik prostoliniowy, aby indukcja pola wytworzonego przez niego w odległości 10 cm od przewodnika była tak duża jak wewnątrz pustego solenoidu o 100 zwojach i długości 10 cm, przez który płynie prąd o natężeniu 10 mA?

Odpowiedź: 6,28 A

Zadanie 2



W którą stronę odchyli się ramka aluminiowa na rysunku obok? Ramka ma wymiary: długość $a = 20$ cm, szerokość, a więc ta część, która jest w polu magnetycznym $b = 15$ cm. Pole przekroju poprzecznego ramki $S = 10$ mm². Przyłożono do niej napięcie $U = 20$ V. Pole magnetyczne ma wartość indukcji $B = 0,02$ T. O jaki kąt odchyli się ta ramka od pionu, jeśli płynie przez nią prąd o natężeniu $I = 10$ A? Wyznacz chociaż ten kąt poprzez jego dowolną funkcję trygonometryczną. Gęstość aluminium $\rho = 2720$ kg/m³.

*Odpowiedź: Ramka odchyli się w naszą stronę.
 $\tan \alpha = 0,2$; $\alpha = 11,34^\circ$*

Zadanie 2 – DOMOWE

Jaki prąd płynie przez ramkę o masie $m = 10$ g, której długość znajdująca się w polu magnetycznym o indukcji $B = 0,01$ T wynosi $l = 5$ cm, jeśli odchyliła się ona od pionu o kąt $\alpha = 45^\circ$?

Odpowiedź:

Zadanie 3

Proton i cząstka α wlatują do jednorodnego pola magnetycznego. Prędkość cząstek jest skierowana prostopadłe do linii sił pola. Ile razy okres obiegu cząstki α protonu w polu magnetycznym jest większy od okresu obiegu cząstki α ?

Odpowiedź: 2 razy.

W. S. Wolkensztejn – Zbiór zadań z fizyki – strona 181 zadanie 11.78

Zadanie 3 - DOMOWE

Cząstka α o energii kinetycznej 500 eV wlatuje w jednorodne pole magnetyczne prostopadłe do prędkości jej ruchu. Indukcja pola wynosi 0,1 T. Znaleźć 1) siłę działającą na cząstkę, 2) promień okręgu, po którym porusza się cząstka, 3) okres obiegu cząstki

Odpowiedź:

$$F = 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ N} ; \quad r = 0,03 \text{ m} ; \quad T = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

W. S. Wolkensztejn – Zbiór zadań z fizyki – strona 181 zadanie 11.79 zmienione.

Zadanie 4

Elektron przyspieszony różnicą potencjałów $U = 6$ kV wlatuje w jednorodne pole magnetyczne pod kątem $\alpha = 30^\circ$ do kierunku pola i zaczyna wirować po linii śrubowej. Indukcja pola magnetycznego wynosi $B = 0,01$ T. Znaleźć promień linii śrubowej i jej skok.

Odpowiedź: $r = 1$ cm ; $l = 11$ cm

W. S. Wolkensztejn – Zbiór zadań z fizyki – strona 182 zadanie 11.86

Zadanie 4 - DOMOWE

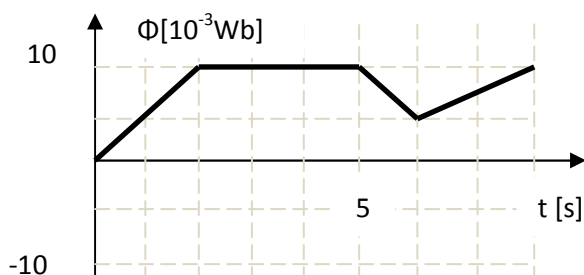
Proton wlatuje do jednorodnego pola magnetycznego pod kątem $\alpha = 30^\circ$ do kierunku pola i porusza się po linii śrubowej o promieniu 1,5 cm. Indukcja pola wynosi 0,1 T. Znaleźć energię kinetyczną protonu.

Odpowiedź:

$$6,9 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

W. S. Wolkenstejn – Zbiór zadań z fizyki – strona 182 zadanie 11.87 – zmienione.

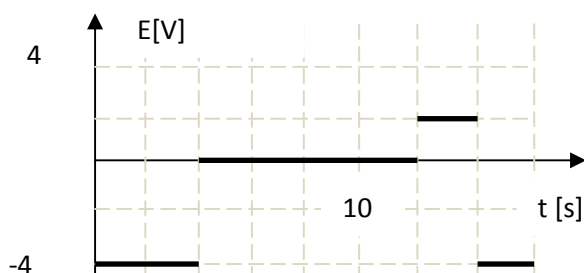
Zadanie 5



Przedstaw wykres zależności siły elektromotorycznej indukcji dla cewki o ilości zwojów $n = 1000$.

Odpowiedź umieszczono na końcu konspektu

Zadanie 5 - DOMOWE



Przedstaw wykres zależności sił strumienia magnetycznego dla cewki o ilości zwojów $n = 100$. Przyjmij wartość strumienia początkowego jako zero.

Odpowiedź umieszczono na końcu konspektu

Zadanie 6

Ramka kwadratowa o boku $a = 10 \text{ cm}$ wykonana z drutu miedzianego o polu przekroju $S = 5 \text{ mm}^2$ (opór właściwy miedzi $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$) znajduje się w polu magnetycznym o indukcji $B = 1 \text{ mT}$. Obróciła się ona wokół jednego z boków od położenia prostopadłego do indukcji pola do położenia, w którym tworzy z wektorem indukcji kąt 30° . Czas tego obrotu wynosił $\Delta t = 1 \text{ s}$. Jaki prąd elektryczny popłynął przez ramkę w tym czasie?

Odpowiedź: 36 mA

Zadanie 6 - DOMOWE

Kołowa ramka o średnicy $d = 1$ m obróciła się od położenia równoległego do linii sił pola do położenia prostopadłego. W jakim czasie się to stało, jeśli wytworzona siła elektromotoryczna wynosiła $E = 1$ V, a pole magnetyczne miało wartość indukcji $B = 0,1$ T?

Odpowiedź: $0,785$ s

Zadanie 7

Z jaką szybkością należy zmienić natężenie prądu w obwodzie złożonym z cewki z rdzeniem o przenikalności magnetycznej $\mu = 1000$, ilości zwojów $n = 1000$, polu przekroju poprzecznego $S = 5$ cm² i długości $l = 10$ cm, aby wzbudzić siłę elektromotoryczną $E = 1$ V?

Odpowiedź: ok. $0,16$ s

Zadanie 7 - DOMOWE

Zmiana natężenia prądu o 1 A w ciągu 1 ms spowodowała wzbudzenie siły elektromotorycznej $E = 0,1$ mV. Ile wynosiła indukcyjność pustej wewnątrz cewki? Jaka siła elektromotoryczna wzbudziłaby się, gdyby włożono do niej rdzeń stalowy o przenikalności magnetycznej 500 .

Odpowiedź: $L = 10^{-7}$ H ; $E = 50$ mV

Zadanie 8

Zależność napięcia i natężenia prądu od czasu dla zastosowanej spirali grzejnika przedstawiają wzory:

$$U = 325 \sin 100\pi t \text{ [V]}$$

$$I = 6,14 \sin 100\pi t \text{ [A]}$$

Ile energii w kilowatogodzinach zużyto w ciągu stosowania urządzenia przed dwie doby?

Ile razy w ciągu tego czasu prąd zmienił swój kierunek?

O ile mniej energii zużyłoby, gdyby odcięto połowę długości spirali?

Odpowiedź: 48 kWh ; $n = 17\,280\,000$ razy ; 96 kWh

Zadanie 8 - DOMOWE

Zależność napięcia od czasu dla sieciowego prądu zmiennego jest

$$U = 325 \sin 100\pi t \text{ [V]}$$

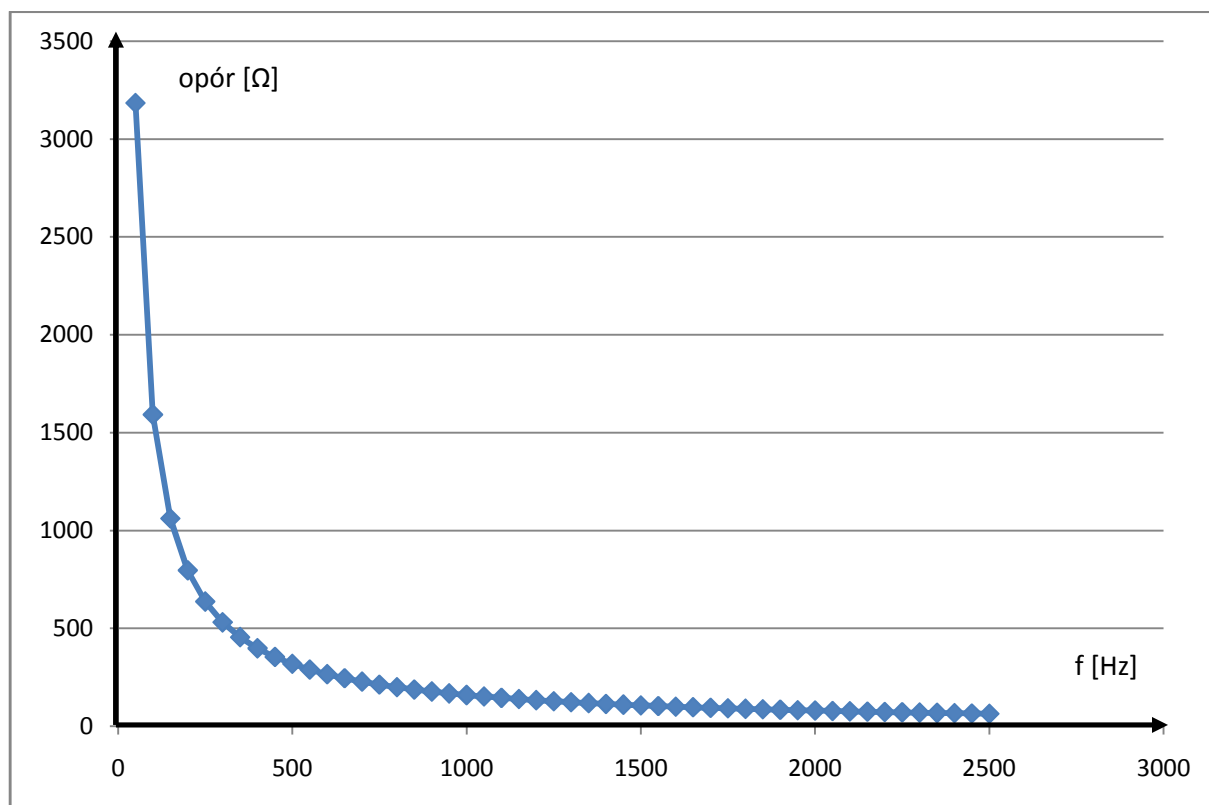
Prądem tym zasilono żarówkę dostosowaną do tego właśnie napięcia maksymalnego prądu zmiennego o mocy $P = 100 \text{ W}$. Jakie jest równanie natężenia prądu od czasu?

Odpowiedź:

$$I = 0,62 \sin 100\pi t \text{ [A]}$$

Zadanie 9

Poniżej jest przedstawiono wykres zależności pewnego oporu pozornego od czasu.



Co to za opór? Oszacuj jego wartość dla częstotliwości $f = 500 \text{ Hz}$.

Oblicz zawadę dla prądu o tej częstotliwości $f = 500 \text{ Hz}$, jeśli przesunięcie fazowe między napięciem i natężeniem, co do wartości bezwzględnej jest równe 45° .

Czy napięcie wyprzedza w tym przypadku natężenie, czy jest opóźnione?

O jaki czas napięcie jest przesunięte względem natężenia prądu?

Odpowiedź: Wartość oporu około 300Ω

$$Z = 424 \Omega$$

Napięcie jest opóźnione względem natężenia prądu

$$\Delta t = \frac{1}{8} T = \frac{1}{4000} \text{ s}$$

Zadanie 9 - DOMOWE

Połączono szeregowo do napięcia $U_{sk} = 230 \text{ V}$ i częstotliwości $f = 50 \text{ Hz}$ opornik $R = 100 \Omega$, cewkę o oporze indukcyjnym $R_L = 300 \Omega$ i kondensator o oporze pojemnościowym $R_c = 200 \Omega$.

Ile wynosi zawada obwodu?

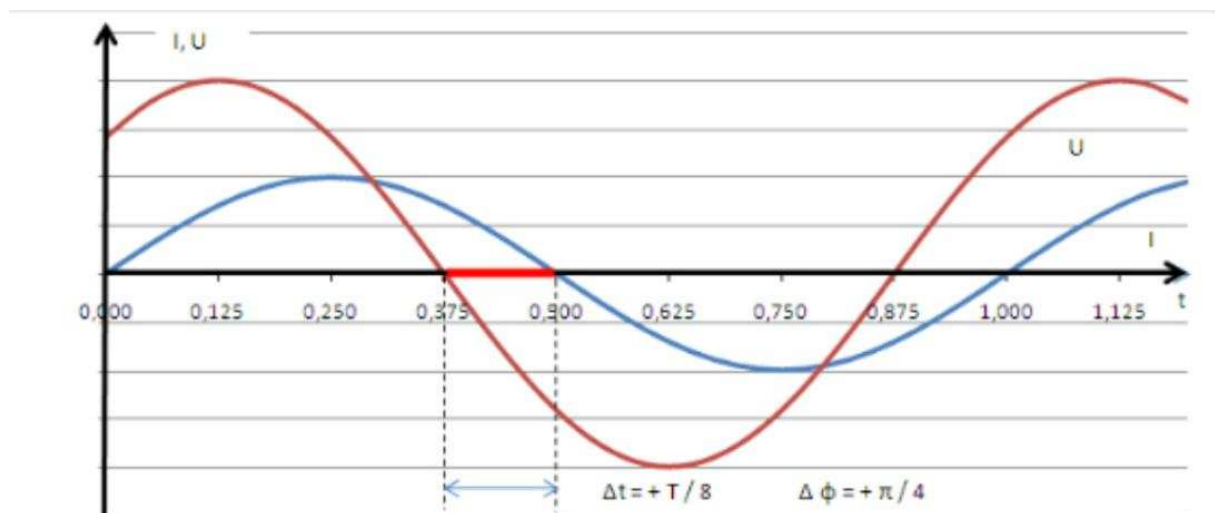
Jaka jest indukcyjność cewki i pojemność kondensatora?

Naszkicuj zależność natężenia i napięcia prądu zmiennego od czasu.

Odpowiedź:

$$Z = 141 \Omega$$

$$L = 0,96 \text{ H} \quad ; \quad C = 15,9 \mu\text{F}$$



Zadanie 10

Obwód składający się z cewki o indukcyjności $L = 0,4 \text{ H}$ i kondensatora o pojemności $C = 2 \mu\text{F}$ zasilany jest prądnicą prądu zmiennego. Jaka jest częstotliwość rezonansowa obwodu i jaka jest długość fali elektromagnetycznej wysyłanej przez ten obwód?

$$\text{Odpowiedź: } f = 178 \text{ Hz} \quad ; \quad \lambda = 1686 \text{ km}$$

Zadanie 10 - DOMOWE

Jak należy zmienić pojemność kondensatora, aby po włożeniu do cewki obwodu LC rdzenia ze stali miękkiej o przenikalności $\mu = 800$, aby częstotliwość rezonansowa nie zmieniła się?

Odpowiedź: Należy zmniejszyć 800 razy pojemność kondensatora.

Zadanie 11

Na rdzeń transformatora podwyższającego napięcie z $U_1 = 220 \text{ V}$ do $U_2 = 3300 \text{ V}$ nawinięto jeden zwój i zmierzono w nim napięcie woltomierzem. Pokazał on napięcie $U_3 = 0,5 \text{ V}$. Jaka jest liczba zwojów uzwojenia pierwotnego i wtórnego?

Odpowiedź: $n_1 = 440$ zwojów ; $n_2 = 6600$ zwojów

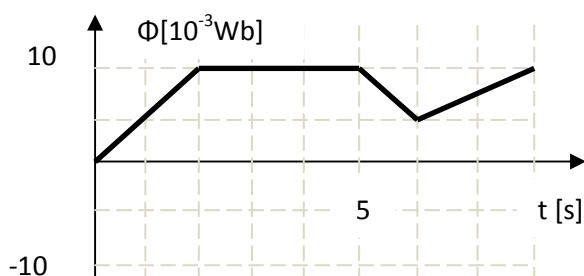
Zadanie 11- DOMOWE

Transformator ma obniżyć napięcie z 230 V do nie więcej niż 9 V . Na wejściu znajduje się cewka o liczbie zwojów 1000 . Jaka powinna być liczba zwojów uzwojenia wtórnego? Zakładając 100% sprawność, oblicz stosunek natężenia prądu w uzwojeniu wtórnym do natężenia prądu w uzwojeniu pierwotnym

Odpowiedź: 39 zwojów ; $1000 / 39$

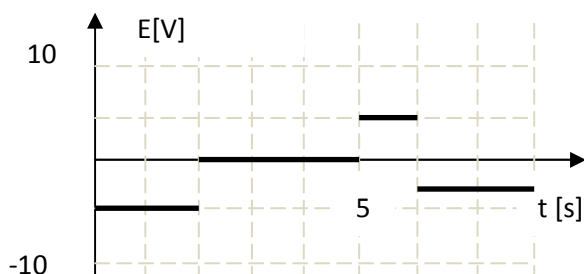
Odpowiedź do zadania 5

ZADANIE



Przedstaw wykres zależności siły elektromotorycznej indukcji dla cewki o ilości zwojów $n = 1000$.

ODPOWIEDŹ



W przedziale czasu $0 - 2 \text{ s}$; $E_1 = -5 \text{ V}$

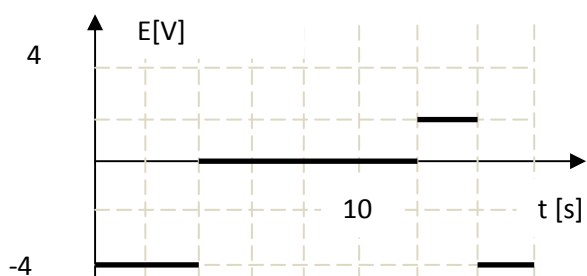
W przedziale czasu $2 - 5 \text{ s}$; $E_2 = 0$

W przedziale czasu $5 - 6 \text{ s}$; $E_3 = +5 \text{ V}$

W przedziale czasu $6 - 8 \text{ s}$; $E_4 = -2,5 \text{ V}$

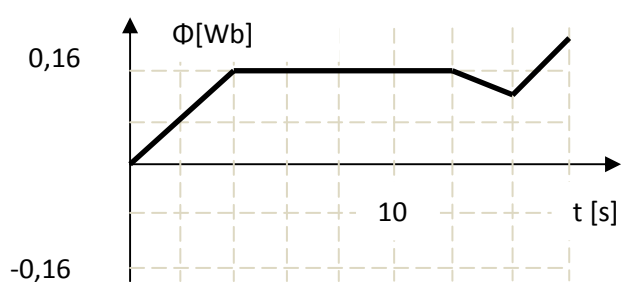
Odpowiedź do zadania 5 – DOMOWEGO

Zadanie



Przedstaw wykres zależności siły elektromotorycznej indukcji dla cewki o ilości zwojów $n = 1000$.

ODPOWIEDŹ



W przedziale czasu $0 - 4$ s; $\Delta\Phi_1 = 0,16$ Wb

W przedziale czasu $4 - 12$ s; $\Delta\Phi_1 =$

W przedziale czasu $12 - 14$ s; $\Delta\Phi_1 = -0,04$ Wb

W przedziale czasu $14 - 16$ s; $\Delta\Phi_1 = 0,08$ Wb