

Seria 8. - pole magnetyczne

Siła Lorentza

1. Cząstka o ładunku q , masie m i prędkości v wpada w jednorodne pole magnetyczne \vec{B} . Obliczyć parametry ruchu jeśli a) $\vec{v} \perp \vec{B}$ b) kąt pomiędzy \vec{v} a \vec{B} wynosi α .

Odp. a) $\omega = \frac{qB}{m}$ b) $z = \frac{2\pi mv \cos \alpha}{qB}$

2. Dwa równoległe, długie przewodniki prostoliniowe znajdują się w odległości d od siebie. Przez przewodniki płyną w tym samym kierunku prądy o natężeniach I_1 oraz I_2 . Jaką pracę należy wykonać (na jednostkę długości przewodników), aby rozsunąć te przewodniki do odległości $2d$? Indukcja pola magnetycznego od prostoliniowego przewodnika: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{\phi}$

Odp. $\frac{W}{l} = \frac{1}{2\pi} \mu_0 I_1 I_2 \ln 2$

3. W polu prostoliniowego nieskończonego przewodnika z prądem I w tej samej płaszczyźnie porusza się ze stałą prędkością v przewodzący pręt o długości l . Obliczyć ε_{ind} w pręcie. Odległość początkowa pręta od przewodnika wynosi r_0 .

Odp. $\varepsilon_{ind} = -\frac{\mu_0 I l v}{2\pi(r_0 + vt)}$

4. Pręt o długości l wiruje z częstością ω wokół prostopadłej osi przechodzącej przez jeden z jego końców w stałym jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B . Znaleźć siłę elektromotoryczną indukującą się między końcami pręta.

Odp. $\varepsilon = \frac{1}{2} \omega B l^2$

Prawo Ampere'a

5. Obliczyć pole \vec{B} wytwarzane przez nieskończenie długi prostoliniowy przewodnik o promieniu R , przewodzący prąd I , jeśli prąd płynie stałą strugą. Narysować wykres $B(r)$.

Odp. $r < R$: $B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$, $r > R$: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

6. Obliczyć pole \vec{B} wytwarzane przez nieskończenie długi prostoliniowy przewodnik o promieniu R , przewodzący prąd I , jeśli gęstość prądu zmienia się jak $j(r) = ar$ ($a = const$). Narysować wykres $B(r)$.

Odp. $r < R$: $B = \frac{\mu_0 I r^2}{2\pi R^3}$, $r > R$: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

7. Przez nieskończoną płytę umieszczoną w płaszczyźnie XOY płynie prąd o stałej gęstości liniowej $J = \frac{dI}{dx}$ w kierunku osi OY . Znaleźć indukcję pola magnetycznego \vec{B} , które powstaje na skutek przepływu prądu.

Odp. $B = \frac{1}{2} \mu_0 J$

8. Wyznaczyć natężenie pola magnetycznego wytworzonego przez prąd o stałym natężeniu I płynący przez nieskończenie długi kabel koncentryczny o promieniach R_1 , R_2 oraz R_3 . Prąd w kablu wewnętrznym ma przeciwny zwrot niż w zewnętrznym.

Prawo Biota-Savarta

9. Korzystając z prawa Biota-Savarta obliczyć wektor indukcji magnetycznej \vec{B} dla dowolnego punktu leżącego na zewnątrz prostoliniowego, cienkiego i nieskończenie długiego przewodnika, przez który płynie prąd o natężeniu I .

Odp. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

10. Wyznaczyć wektor indukcji magnetycznej dla punktów znajdujących się na osi przechodzącej przez środek okręgu utworzonego z przewodnika o promieniu R , przez który płynie prąd o natężeniu I , a oś jest prostopadła do płaszczyzny utworzonej przez okrąg.

Odp. $B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$

11. Płaski dysk o promieniu R naładowany jest ładunkiem o stałej gęstości powierzchniowej σ i wiruje wokół swojej osi z prędkością kątową ω . Znaleźć wektor indukcji magnetycznej w środku dysku.

Odp. $B = \frac{1}{2} \mu_0 \omega \sigma R$

12. Przez cienki przewodnik o kształcie półkola płynie prąd I . Znaleźć wektor indukcji magnetycznej w środku półkola.
13. Znaleźć wartość indukcji pola magnetycznego w punkcie leżącym na osi solenoidu, jeżeli końce solenoidu widać z tego punktu pod kątami α i β , promień solenoidu wynosi R , a ilość zwojów na jednostkę długości równa jest n . Przez solenoid płynie prąd o natężeniu I . Rozpatrzć przypadek $\alpha \rightarrow 0$, $\beta \rightarrow \pi$.
- Odp.* $B = \frac{\mu_0 I n}{2} (\cos \alpha - \cos \beta)$
14. Wyznaczyć współczynnik samoindukcji koncentrycznego kabla o długości l , w którym żyły mają postać pustych współosiowych cylindrów o promieniach $R_1 > R_2$.
- Odp.* $L = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{R_1}{R_2}$
15. Znaleźć współczynnik samoindukcji cewki o przekroju kołowym o średnicy d , zawierającej N zwojów gęsto nawiniętych na długości l ($l \gg d$).
- Odp.* $L = \frac{\mu_0 \pi N^2 d^2}{4l}$

Prawo Faradaya

16. W polu prostoliniowego nieskończonego przewodnika z prądem I w tej samej płaszczyźnie porusza się ze stałą prędkością v przewodząca ramka o wymiarach $a \times b$ i oporze R . Znaleźć prąd płynący w ramce i jego kierunek.
- Odp.* $I_{ind} = \frac{\mu_0 I a b v}{2\pi l(l+b)R}$
17. Ramka o powierzchni S i N -zwojach wiruje wokół swojej osi z prędkością ω w jednorodnym polu $\vec{B} = const.$ Znaleźć ε_{ind} w ramce.
- Odp.* $\varepsilon_{ind} = NBS\omega \sin \omega t$
18. Na dwóch równoległych, poziomych szynach położono pręt o długości d , masie m i oporze R . Szyny są połączone ze stałym źródłem napięcia U i znajdują się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B , prostopadłym do płaszczyzny, w której leżą szyny. Współczynnik tarcia pręta o szyny wynosi f . Znaleźć zależność prędkości pręta od czasu. Jaka maksymalną prędkość osiągnie pręt?
19. Pręt o długości l i masie m położono na dwóch szynach nachylonych pod kątem α do poziomu. Szyny znajdują się w polu magnetycznym o indukcji B , której wektor ma kierunek pionowy w dół. Obliczyć maksymalną prędkość v_m jaką może uzyskać pręt, gdy szyny są zwarte na końcu oporem R . Współczynnik tarcia pręta o szyny wynosi f .