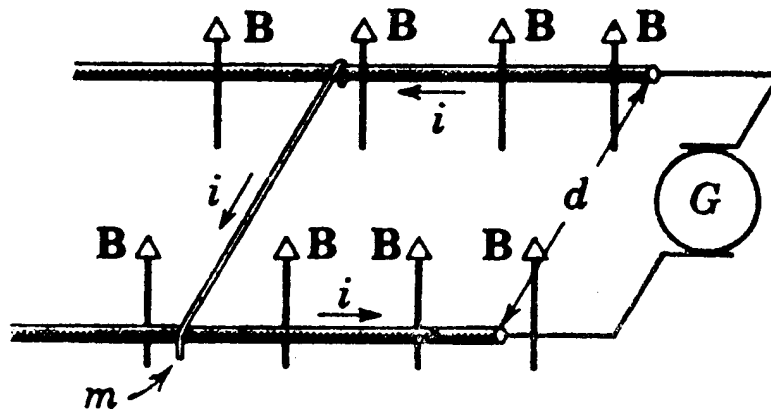


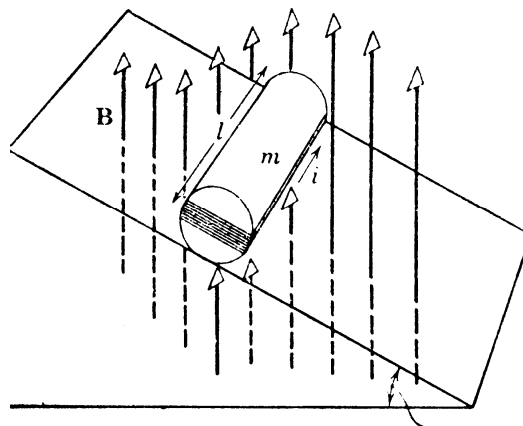
Zestaw 4

1. Elektrony płynące w lampie telewizyjnej mają energię $E = 12 \text{ keV}$. Lampa jest tak zorientowana, że elektrony poruszają się poziomo z południa na północ. Ziemskie pole magnetyczne skierowane jest do dołu i ma indukcję $B = 5,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. (a) W jakim kierunku będzie odchylany strumień? (b) Jakie jest przyspieszenie elektronów? (c) O ile odchylił się strumień po przebyciu 20 cm drogi w lampie?

2. Drut metalowy o masie m ślizga się bez tarcia po dwóch poziomych szynach oddległych od siebie o d (rys). Całość umieszczona jest w pionowym, jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B . Stały prąd i płynie z generatora G przez jedną szynę, następnie przez drut i wraca przez drugą szynę. Znaleźć zależność prędkości (wielkość i kierunek), z jaką porusza się drut, od czasu, zakładając, że w chwili $t=0$ był on w spoczynku.

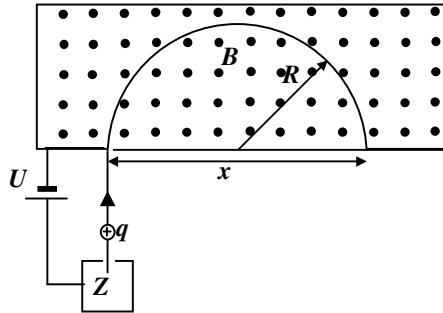


3. Na rysunku przedstawiony jest drewniany walec o masie $m = 0,25 \text{ kg}$, promieniu R i długości $l = 0,1 \text{ m}$. Na walcu nawinięte jest $N=10$ zwojów drutu w ten sposób, że oś walca leży w płaszczyźnie zwojów. Jaki najmniejszy prąd musi płynąć przez obwód, aby walec nie toczył się w dół, jeśli umieścimy go na pochyłej płaszczyźnie tworzącej z poziomem kąt α , w skierowanym pionowo do góry polu magnetycznym o indukcji $B = 0,5 \text{ T}$. Zakładamy, że płaszczyzna zwojów jest równoległa do płaszczyzny, na której umieszczamy walec.



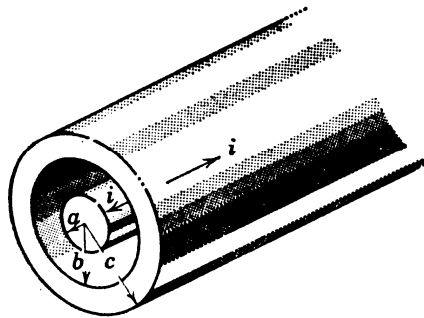
4. W doświadczeniu wywołującym efekt Halla prąd o natężeniu $i = 3,0 \text{ A}$ płynie wzdłuż przewodnika o szerokości $a = 1,0 \text{ cm}$, długości $b = 4,0 \text{ cm}$ i grubości $c = 10^{-3} \text{ cm}$. Obliczyć poprzeczne napięcie Halla (przez szerokość), gdy pole magnetyczne $B = 1,5 \text{ T}$ przechodziło prostopadle przez cienki przewodnik. Prędkość unoszenia elektronów wynosi $v = 0,06 \text{ cm/s}$.

5. Rysunek przedstawia spektrometr masowy używany do pomiaru masy jonów. Jony o masie M i ładunku $+q$ wytwarzane są w źródle Z znajdującym się w komorze, w której następuje wyładowanie gazu. Znajdujące się początkowo w spoczynku jony są następnie przyspieszane w polu o różnicy potencjałów U i wchodzi do pola magnetycznego o indukcji B . W polu tym jony poruszają się po półokręgu i na końcu uderzają w kliszę fotograficzną, w odległości x od szczeliny wejściowej, gdzie zostają pochłonięte. Obliczyć masę jonów M .



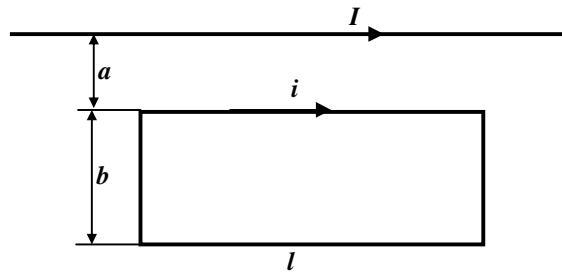
6. Długi współosiowy kabel składa się z dwóch koncentrycznych przewodników o wymiarach podanych na rysunku. W przewodnikach płyną równe, lecz przeciwnie skierowane prądy o natężeniu i . Wyznaczyć wartości indukcji B : (a) Wewnątrz środkowego przewodnika ($r < a$), (b) między przewodnikami ($a < r < b$), (c) wewnątrz zewnętrznego przewodnika ($b < r < c$), na zewnątrz kabla ($r > c$).

7. Dwa długie, równoległe druty o pomijalnych promieniach znajdują się w odległości d od siebie. Niech przez każdy z nich płynie prąd (a) w tym samym kierunku, (b) w przeciwnych kierunkach. Niech r będzie odległością od środka jednego z drutów. Znaleźć wartość B pola magnetycznego w obszarze między przewodnikami, w punktach leżących na płaszczyźnie przechodzącej przez te

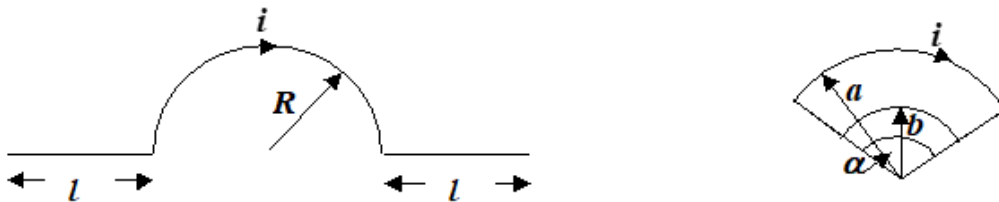


druty, jako funkcję r .

8. Na rysunku przedstawiony jest długi drut przewodzący prąd o natężeniu $I = 10\text{A}$ oraz prostokątny obwód, w którym płynie prąd o natężeniu $i = 20\text{A}$. Obliczyć siłę wypadkową działającą na ten obwód. Przyjąć: $a = 1,0\text{cm}$, $b = 8,0\text{cm}$, $l = 30\text{cm}$.

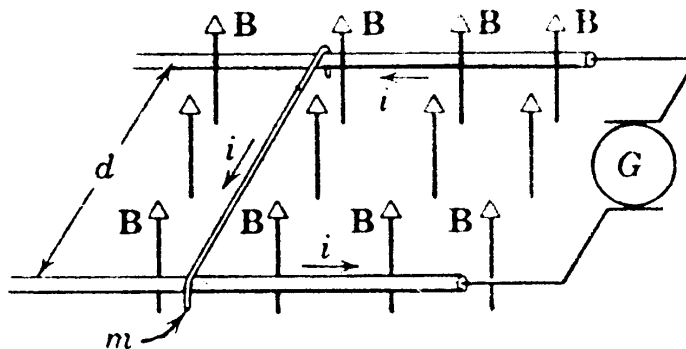


9. Policzyc wektor indukcji \mathbf{B} we wspólnym środku łuków dla obwodów przedstawionych na rysunkach.



Indukcja Faradaya

10. W długim solenoidzie o $n = 20$ zwojach/cm i promieniu $r = 1,5$ cm płynie prąd zmieniający się zgodnie z równaniem: $i(t) = 3t + 1t^2$, gdzie i podano w amperach a t w sekundach. Wewnątrz umieszczamy cewkę o $N = 100$ zwojach i promieniu $r_{in} = 1$ cm. Cewka jest ustawiona tak, że linie indukcji \mathbf{B} wewnątrz solenoidu są równoległe do jej osi. (a) Wykreślić SEM zaindukowaną w cewce w przedziale od $t = 0$ do $t = 4$ s. (b) Jeżeli opór cewki wynosi $R = 0,15\Omega$, to ile wynosi prąd w cewce w chwili $t = 2$ s ?



11. Drut metalowy o masie m ślizga się bez tarcia po dwóch szynach położonych w odległości wzajemnej d (rysunek). Całość umieszczona jest w jednorodnym pionowym polu o indukcji \mathbf{B} . (a) Prąd stały o natężeniu i płynie z generatora G wzdłuż jednej z szyn, następnie przez drut i wraca wzdłuż drugiej szyny. Znaleźć prędkość (wartość bezwzględna i kierunek) drutu jako funkcję czasu przyjmując, że w chwili początkowej ($t = 0$) drut jest w spoczynku. (b) Zamiast generatora włączamy baterię o stałej sile elektromotorycznej \mathcal{E} . Prędkość drutu osiąga pewną stałą wartość graniczną. Jaka jest ta graniczna wartość prędkości ? (c) Jaki prąd będzie płynął w przypadku (b), kiedy drut osiągnie prędkość graniczną ?

12. Na rysunku w **zadaniu 8** przedstawiony jest długi drut przewodzący prąd o natężeniu $I = 10\sin 5t$ obok którego leży prostokątna ramka. Obliczyć siłę elektromotoryczną zaindukowaną w tej ramce. Przyjąć: $a = 1,0\text{cm}$, $b = 8,0\text{ cm}$, $l = 30\text{ cm}$.

13. Dwie krótkie cylindryczne cewki połączone w szereg. Cewki te umieszczone są blisko siebie wzdłuż tej samej osi. Wykazać, że wypadkowa indukcyjność takiego układu wynosi:

$$L = L_1 + L_2 \pm 2M$$

Jakie jest znaczenie podwójnego znaku \pm ?

14. Dwa długie równoległe druty o promieniu a , których środki znajdują się w odległości wzajemnej d , przewodzą jednakowe prądy w przeciwnych kierunkach. Wykazać, pomijając strumień przechodzący przez druty, że indukcyjność takiej pary przewodów dla odcinka o długości l wyraża się wzorem:

$$L = \frac{\mu_0 l}{\pi} \ln \frac{d-a}{a}$$

15. Daną cewkę połączono w szereg z oporem $R = 10000\Omega$. Kiedy do tego układu podłączono baterię o napięciu $\mathcal{E} = 50\text{V}$, to prąd w obwodzie osiągnął wartość $i = 2,0\text{mA}$ po czasie $t_0 = 5\text{ms}$. (a) Znaleźć indukcyjność cewki, (b) energię zgromadzoną w cewce w rozpatrywanym momencie.

Równania Maxwella

16. Udowodnić, że prąd przesunięcia w kondensatorze o równoległych okładkach możemy zapisać w następujący sposób:

$$i_p = C \frac{dV}{dt}$$

17. Na rysunku przedstawione są okładki P_1 i P_2 kołowego kondensatora płaskiego o promieniu płyty R . Są one połączone z długimi prostymi drutami, przez które płynie stały prąd przewodzenia o wartości i . A_1 , A_2 i A_3 są hipotetycznymi kołami o promieniach r , z których dwa znajdują się na zewnątrz kondensatora, a jedno pomiędzy okładkami. Napisać wzory na pole magnetyczne B na obwodzie każdego z tych kół.

