

## WIP. Zadania na VI sprawdzian z Fizyki 1. Prąd elektryczny i pole magnetyczne.

1. Odcinek drutu miedzianego o promieniu  $r=0,2$  mm i długości  $L=10$  m jest podłączony do baterii o sile elektromotorycznej  $V_0=1,5$  V i oporze wewnętrznym  $R_0=0,15$   $\Omega$ . Gęstość miedzi jest  $D=8,95$  g/cm<sup>3</sup>, masa molowa  $M=63,5$  g/mol, opór właściwy w temperaturze pokojowej  $\rho=1,7 \times 10^{-8}$   $\Omega$ m. Na każdy atom przypada jeden elektron przewodnictwa. Oblicz:
- a) natężenie prądu  $I$  oraz gęstość prądu  $j$  w drucie;    b) koncentrację elektronów przewodnictwa w miedzi  $n$ ;  
c) średnią prędkość unoszenia (dryfu) elektronów przewodnictwa  $v_d$ ;    d) średni czas  $\tau$  między zderzeniami elektronów;  
e) średnią drogę swobodną  $l$  elektronów (średnia prędkość elektronów przewodnictwa w miedzi jest  $\langle v \rangle = 1,6 \times 10^6$  m/s).
2. Żarówka ma moc  $P=100$  W, gdy jest podłączona do sieci o napięciu  $V_s=230$  V. Żarówkę podłączono do baterii o napięciu  $V_B=1,5$  V i zmierzono natężenie prądu  $I=30$  mA. Zakładając, że podczas tego pomiaru włókno miało temperaturę pokojową, oszacuj temperaturę, jaką osiąga włókno żarówki, gdy jest ona podłączona do sieci. Przyjmij, że opór zależy liniowo od temperatury, a temperaturowy współczynnik oporu elektrycznego jest  $\alpha=4,5 \times 10^{-3}$  K<sup>-1</sup> dla stopu wolframu, z którego wykonane jest włókno.
3. Galwanometr ma opór  $R_0=50$   $\Omega$ . Wskazówka galwanometru wychyla się do końca skali, gdy płynie przez niego prąd o natężeniu  $I_0=250$   $\mu$ A. Jakie oporniki należy podłączyć szeregowo lub równolegle do tego galwanometru, aby otrzymać:
- a) amperomierz o zakresie pomiarowym  $I_z=5$  A?    b) woltomierz o zakresie pomiarowym  $V_z=100$  V?
4. Solenoid cylindryczny promieniu uzwojenia  $r=3$  cm ma  $N$  zwojów nawiniętych równomiernie na całej długości  $l=40$  cm. Gdy w uzwojeniu płynął prąd o natężeniu  $I=10$  A, zmierzono w środku solenoidu wartość indukcji magnetycznej  $B=15,7$  mT. Zakładając, że indukcja magnetyczna ma stałą wartość wewnątrz solenoidu, oblicz:    a) indukcyjność własną solenoidu;  
b) energię zgromadzoną w tym solenoidzie, gdy w uzwojeniu płynie prąd o natężeniu  $I=10$  A;  
c) gęstość energii pola magnetycznego wewnątrz solenoidu.
5. Solenoid toroidalny o  $N=500$  zwojach jest nawinięty na pierścieniu o kwadratowym przekroju poprzecznym. Promień wewnętrzny pierścienia jest  $R_1=10$  cm, a promień zewnętrzny  $R_2=14$  cm. W uzwojeniu płynie prąd o natężeniu  $I=12$  A. Oblicz:    a) indukcję magnetyczną  $B_0$  w środku kwadratowego przekroju;    b) największą i najmniejszą wartość indukcji magnetycznej wewnątrz pierścienia;    c) indukcyjność solenoidu;    d) energię zgromadzoną w solenoidzie.
6. Elektron o energii kinetycznej  $K=1000$  eV krąży w płaszczyźnie prostopadłej do jednorodnego pola magnetycznego o indukcji  $B=0,1$  T. Masa elektronu jest  $m_e=9,1 \times 10^{-31}$  kg, ładunek  $e=1,6 \times 10^{-19}$  C.
- a) Jaki jest promień okręgu, po którym krąży elektron?    b) Jaki jest okres jednego obiegu okręgu przez elektron?  
c) Jakie pole elektryczne  $E$  należałoby wytworzyć w obszarze występowania pola magnetycznego, aby elektron poruszał się po linii prostej? Podaj kierunek i zwrot pola  $E$ , zaznaczając na rysunku pole  $B$  i wektor prędkości elektronu  $v$ . Oblicz natężenie pola  $E$ .
7. Dwa długie proste druty są umieszczone równolegle do siebie w odległości  $d=12$  cm. W pierwszym z drutów płynie prąd o natężeniu  $I_1=2,0$  A, a w drugim o natężeniu  $I_2=8,0$  A. Prądy w obu drutach płyną w tym samym kierunku.
- a) Gdzie na prostej prostopadłej łączącej dwa druty znajduje się punkt, w którym indukcja magnetyczna  $B$  jest równa zero?  
b) Jaka siła działa na odcinek o długości  $l=60$  cm każdego z drutów?
8. Dwie równoległe metalowe szyny znajdują się w odległości  $d=0,1$  m od siebie i są zwarte metalową taśmą na jednym z końców. Metalowy pręt położony prostopadłe na szynach zamyka obwód elektryczny, którego całkowity opór jest  $R=0,04$   $\Omega$  i nie zależy od położenia pręta. Układ znajduje się w pionowym polu magnetycznym o indukcji  $B=0,3$  T. Pręt jest przesuwany wzdłuż szyn ze stałą prędkością  $v=4$  m s<sup>-1</sup>. Oblicz:    a) natężenie prądu indukowanego w obwodzie;  
b) moc elektryczną zamienianą na ciepło w obwodzie;    c) siłę magnetyczną działającą na poruszający się pręt;  
d) moc z jaką działa siła zewnętrzna konieczna do podtrzymania stałej prędkości pręta.
9. Płaska cewka ma kształt okręgu o promieniu  $r=5$  cm i składa się z jednego zwoju, w którym płynie prąd o natężeniu  $I=10$  A. Cewka znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $B_0=0,5$  T. Początkowo płaszczyzna cewki jest prostopadła do pola  $B_0$ , a kierunek prądu jest taki, że wytwarza on w środku cewki pole magnetyczne  $B_1$  o tym samym zwrocie co  $B_0$ . Oblicz:    a) indukcję magnetyczną  $B_1$  wytwarzaną przez prąd płynący w cewce w jej środku;  
b) magnetyczny moment dipolowy cewki z prądem;    c) największy moment sił, działający na cewkę w polu  $B_0$  podczas obrotu;  
d) pracę jaką należy wykonać, aby obrócić cewkę o 180° względem osi będącej średnicą zwoju;  
e) całkowity ładunek, jaki przepłynąłby w obwodzie podczas obrotu cewki o 180°, gdyby była ona zwarta opornikiem  $R=0,5$   $\Omega$  a nie podłączona do źródła prądu.

### Odpowiedzi:

1. a)  $I=1$  A,  $j=7,96 \times 10^6$  A/m<sup>2</sup>; b)  $n=8,48 \times 10^{28}$  m<sup>-3</sup>;  
c)  $v_d=5,9 \times 10^{-4}$  m/s; d)  $\tau=2,4 \times 10^{-14}$  s; e)  $l=38$  nm.
2.  $T=2430$  K.
3. a)  $R_{\text{równoległy}}=2500$   $\Omega$ ; b)  $R_{\text{szeregowy}}=400$  k $\Omega$ .
4. a)  $L=2,22$  mH; b)  $U_L=0,111$  J; c)  $u_B=98$  J/m<sup>3</sup>.
5. a)  $B_0=1$  mT; b)  $B_{\text{min}}=0,86$  mT;  $B_{\text{min}}=1,2$  mT;  
c)  $L=0,673$  mH; d)  $U_L=0,0485$  J.
6. a)  $R=1,07$  mm; b)  $T=3,6 \times 10^{-10}$  s; c)  $E=1,875 \times 10^6$  V/m.
7. a) między drutami w odległości  $x=2,4$  cm od drutu 1;  
b)  $F=1,6 \times 10^{-5}$  N.
8. a)  $I=3$  A; b)  $P=0,36$  W; c)  $F=0,09$  N; d)  $P=0,36$  W.
9. a)  $B_1=1,26 \times 10^{-4}$  T; b)  $\mu=0,0785$  Am; c)  $T=0,039$  Nm;  
d)  $W=0,0785$  J; e)  $q=0,0157$  C.