

WIP. Zadania na VII sprawdzian z Fizyki 1. Magnetyczne własności materii, obwody prądu zmiennego.

- Zgodnie z modelem Bohra atomu wodoru, elektron krąży wokół protonu po orbicie kołowej. Moment pędu jest skwantowany i przyjmuje wartości $L=n\hbar$, gdzie $\hbar=1,055\times 10^{-34}$ Js. Oblicz moment magnetyczny wywołany ruchem orbitalnym elektronu w stanie podstawowym $n=1$ atomu wodoru.
- Moment magnetyczny atomu żelaza jest $\mu_A=2,06\times 10^{-23}$ Am², masa molowa $m_M=55,85$ g/mol, gęstość $\rho=7,9$ g/cm³. Załóż, że w igle żelaznej o długości $l=4$ cm i przekroju poprzecznym $A=0,4$ mm² momenty magnetyczne wszystkich atomów są ustawione zgodnie wzdłuż igły.
 - Oblicz wartość wektora namagnesowania \mathbf{M} i moment magnetyczny igły μ .
 - Jaki moment siły działa na igłę, gdy jest ona ustawiona prostopadle do ziemskiego pola magnetycznego o indukcji $B=5\times 10^{-5}$ T?
- Mały magnes sztabkowy jest prętem o długości $l=40$ mm, promieniu kołowego przekroju $r=1$ mm i masie $m=1$ g. Magnes jest przyczepiony do osi pionowej, prostopadłej do pręta i przechodzącej przez jego środek ciężkości. Poziomy pręt może się swobodnie obracać. Magnes umieszczono między nabiegownikami elektromagnesu w obszarze jednorodnego pola magnetycznego o kierunku poziomym i indukcji $B=0,01$ T. Gdy magnes odchyłono od położenia równowagi, tj. obrócono o pewien kąt, wykonywał on względem położenia równowagi małe drgania skłóne o częstotliwości $f=10$ Hz. Oblicz magnetyczny moment dipolowy magnesu μ .
- Oblicz indukcję magnetyczną \mathbf{B} wytwarzaną przez atom o momencie magnetycznym $\mu=2\times 10^{-23}$ Am² w punkcie, w którym może się znajdować sąsiedni atom, tj. w odległości $a=0,25$ nm na osi dipolu. Oblicz zmianę energii potencjalnej ΔU związaną z obróceniem momentu magnetycznego sąsiedniego atomu o 180° od kierunku zgodnego z polem \mathbf{B} na przeciwny. Oblicz temperaturę T , w której ta energia jest równa średniej energii ruchu cieplnego cząsteczki $E_T=k_B T$ ($k_B=1,38\times 10^{-23}$ J/K).
- Cewka toroidalna jest nawinięta równomiernie na pierścieniu o średnim promieniu $r=20$ cm składa się z $N_1=800$ zwojów. Promień kołowego przekroju pierścienia jest $a=0,5$ cm. Na fragmencie cewki toroidalnej jest nawinięta z $N_2=40$ zwojów krótkiej cewki, która jest podłączona do galwanometru. Całkowity opór obwodu złożonego z krótkiej cewki i galwanometru jest $R=2$ Ω . Gdy natężenie prądu w cewce toroidalnej jest zwiększane od zera do $I_{\max}=10$ A w czasie $\Delta t=5$ s (natężenie prądu zależy liniowo od czasu), galwanometr wskazuje natężenie prądu średnio równe $I_g=20$ mA.
 - Oblicz średnią wartość podatności magnetycznej materiału χ , z którego wykonany jest pierścień stanowiący rdzeń cewki.
 - Jakie byłoby wskazanie galwanometru podczas narastania prądu w cewce toroidalnej, gdyby pierścień był wykonany z drewna?
- Solenoid toroidalny z rdzeniem żelaznym ma $N=1000$ zwojów rozłożonych równomiernie na obwodzie o długości $l=50$ cm. W uzwojeniu płynie prąd o natężeniu $I=1$ A. Zmierzone metodą indukcyjną, że indukcja magnetyczna wewnątrz rdzenia jest $\mathbf{B}=1$ T.
 - Oblicz natężenie pola magnetycznego \mathbf{H} w rdzeniu i wektor namagnesowania rdzenia \mathbf{M} .
 - Jakie musiałyby być natężenie prądu I_M w uzwojeniu, aby wytworzyć takie samo pole \mathbf{B} w solenoidzie bez rdzenia?
- Cewka o indukcyjności $L=0,05$ H, kondensator o pojemności $C=5,0$ μ F i opornik o oporze $R=10$ Ω są podłączone szeregowo do źródła napięcia zmiennego o częstotliwości $f=100$ Hz i wartości skutecznej $V_{sk}=120$ V. Oblicz:
 - wartość skuteczną natężenia prądu w obwodzie szeregowym RLC;
 - moc rozpraszaną w obwodzie.
 - przesunięcie fazowe między prądem w obwodzie a napięciem zasilającym.
- Cewka o indukcyjności $L=0,05$ H, kondensator o pojemności $C=5,0$ μ F i opornik o oporze $R=10$ Ω są podłączone równolegle do źródła napięcia zmiennego o częstotliwości $f=100$ Hz i wartości skutecznej $V_{sk}=120$ V. Oblicz wartość skuteczną natężenia prądu wpływającego do obwodu ze źródła napięcia.
- Obwód szeregowy RLC składa się z cewki o indukcyjności $L=0,5$ H, kondensatora o pojemności $C=50$ μ F i opornika o oporze $R=100$ Ω . Obwód jest podłączony do źródła napięcia zmiennego. Natężenie prądu w obwodzie w zależności od czasu t wyrażonego w sekundach jest dane funkcją: $I(t) = 0,1A \times \sin[2\pi(t \times 50 \text{ Hz})]$. Zapisz w podobny sposób wyrażenie opisujące zależność od czasu napięcia zasilającego. Uwzględnij przesunięcie fazowe.
- Cewkę rzeczywistą można traktować jak połączenie szeregowo cewki idealnej i opornika. Do gniazdka sieciowego ($V_{sk}=230$ V, $f=50$ Hz) włączona jest cewka o indukcyjności $L=0,3183$ H i oporze $R=20$ Ω .
 - Oblicz moc wydzielaną na oporze cewki.
 - Jaki element (rodzaj, wartość) należy dołączyć szeregowo do cewki, aby moc wydzielana na oporze cewki była jak największa? Jaka jest wartość maksymalna mocy?
- Szeregowy obwód RLC składa się z cewki o indukcyjności $L=0,6$ mH, opornika $R=100$ Ω i kondensatora o pojemności regulowanej płynnie od $C_1=200$ pF do $C_2=2000$ pF. Obwód podłączony jest do generatora napięcia zmiennego o częstotliwości $f=200$ kHz i amplitudzie $V_0=20$ V. Przy jakiej wartości pojemności C moc P wydzielana w oporniku jest (a) największa, (b) najmniejsza? Jakie są te wartości mocy wydzielanej (c) największa P_{\max} (d) najmniejsza P_{\min} ?

Odpowiedzi:

- $\mu=9,3\times 10^{-23}$ Am².
- a) $M=1,75\times 10^6$ A/m, $\mu=0,028$ Am²; b) $T=1,4\times 10^{-6}$ Nm.
- $\mu=0,052$ Am².
- $B=0,256$ T; $U=1,024\times 10^{-23}$ J; $T=0,74$ K.
- a) $\chi=7960$; b) $I_d=2,5$ μ A.
- a) $H=2000$ A/m; $M=793,8\times 10^3$ A/m; b) $I_M=396,9$ A.
- a) $I_{sk}=0,418$ A; b) $P=1,75$ W; c) $\varphi=-88^\circ$, napięcie jest opóźnione w fazie względem prądu.
- $I_{sk}=12,5$ A.
- $V(t)=13,68V \times \sin[2\pi(t \times 50\text{Hz})+0,75]$.
- a) $P=101,7$ W; b) kondensator $C=31,83$ μ F, $P_{\max}=2645$ W.
- a) $C=1055$ pF; b) $C=200$ pF; c) $P_{\max}=2,0$ W; d) $P_{\min}=1,9\times 10^{-3}$ W.