

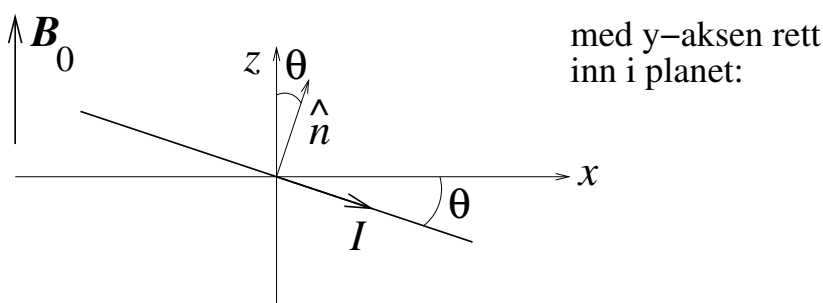
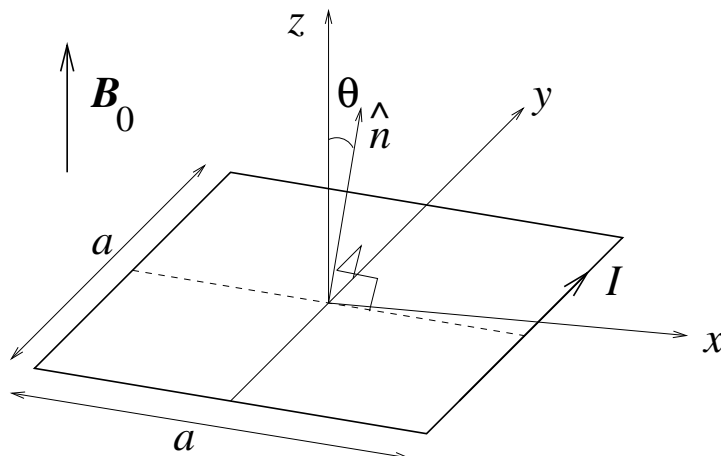
TFY4104/TFY4125 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Øving 12.

Oppgave 1

I forelesningene viste vi at atomer kan oppfattes som små strømsløyfer, dvs som små magnetiske dipoler med magnetisk dipolmoment $\mathbf{m} = I\mathbf{A}$ der strømmen I går i en bane som omslutter et (plant) areal A . ("Vektorarealet" er da $\mathbf{A} = A \hat{n}$, der $\hat{n}$ er en enhetsvektor normalt til den omsluttete flaten, med positiv retning bestemt ved høyrehåndsregelen.)

Her skal vi bruke ei *kvadratisk* strømsløyfe som modell for en slik atomær magnetisk dipol og se nærmere på hvordan den vil oppføre seg i et "ytre" magnetfelt $\mathbf{B}$. (Vi kunne også ha brukt ei *sirkulær* strømsløyfe, men den kvadratiske er litt enklere å regne på.)

Strømsløyfa har sidekanter med lengde a og fører altså en strøm I . Den er plassert i et *homogent* magnetfelt $\mathbf{B} = B \hat{z}$ og kan rotere fritt omkring y -aksen, som her går gjennom strømsløyfas sentrum som vist i figuren:



Orienteringen av strømsløyfa er definert ved vinkelen θ mellom z -aksen og flatenormalen $\hat{n}$. (Positiv θ med klokka, som vist i figuren.)

- Hva blir strømsløyfas magnetiske dipolmoment $\mathbf{m}$? Hva blir den totale kraften fra $\mathbf{B}$ på strømsløyfa?
- Beregn dreiemomentet $\boldsymbol{\tau}$ på sløyfa omkring y -aksen og vis at det kan uttrykkes på formen $\boldsymbol{\tau} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}$. [Tips: Finn kraften på hver av de fire rette lederstykkene og bruk at dreiemoment = "arm ganger kraft".]
- Bestem den potensielle energien $U(\theta)$ til en slik magnetisk dipol i feltet $\mathbf{B}$. Skisser $U(\theta)$. Hva slags orientering av dipolen i forhold til $\mathbf{B}$ representerer henholdsvis en stabil og en ustabil likevekt? [Tips: $\tau = -dU/d\theta$, jfr øving 9.]

Oppgave 2

a) Dersom antall viklinger på en spole fordobles, øker spolens induktans med en faktor

- A 2 B 4 C 8 D 16
-

b) Hvor mye (magnetisk) energi er lagret i en lang, tettviklet spole med 400 viklinger fordelt over en lengde 10 cm, tverrsnitt 4 cm^2 , og strømstyrke 3.0 A i spoletråden? (Sånn omtrent!)

- A ca $3 \mu\text{J}$ B ca 3 mJ C ca 3 J D ca 3 kJ
-

c) Dersom en vekselspenningskilde $V_0 \cos \omega t$ kobles til en kondensator med kapasitans C , vil strømmen i kretsen ha amplitude

- A null B $V_0/\omega C$ C $V_0 C/\omega$ D $V_0 \omega C$
-

d) Dersom en vekselspenningskilde $V_0 \cos \omega t$ kobles til en spole med induktans L , vil strømmen i kretsen ha amplitude

- A null B $V_0/\omega L$ C $V_0 L/\omega$ D $V_0 \omega L$
-

e) Dersom en vekselspenningskilde $V_0 \cos \omega t$ kobles til en motstand med resistans R , vil strømmen i kretsen ha amplitude

- A null B V_0/R C $V_0 R/\omega$ D $V_0/\omega R$
-

f) Hvem forbinder du først og fremst med hhv krefter mellom elektriske ladninger, induisert spenning fra tidsavhengig magnetisk fluks, og naturens iboende motstand mot påtvungne endringer?

- A Hhv Lenz, Coulomb og Faraday
B Hhv Coulomb, Faraday og Lenz
C Hhv Faraday, Lenz og Coulomb
D Hhv Coulomb, Lenz og Faraday
-

g) To spoletråder er viklet opp rundt samme (umagnetiske) sylinder, med tverrsnitt A , over samme lengde λ av sylindere. Antall viklinger av de to spoletrådene er hhv N_1 og N_2 . Hva er de to spolenes gjensidige induktans M ? (Oppgitt: $M = \Phi_1/I_2 = \Phi_2/I_1$.)

- A $M = \mu_0 N_1 A/N_2 \lambda$
B $M = \mu_0 N_2 A/N_1 \lambda$
C $M = \mu_0 N_1 N_2 A/\lambda$
D $M = \mu_0 A \lambda/N_1 N_2$
E $M = \mu_0 N_1 N_2/\lambda A$
-

h) Et batteri på 4.5 V kobles til en seriekobling av en motstand $1\ \Omega$ og en induktans 1 H. Hvor lang tid tar

det før strømstyrken i kretsen er 4.0 A? (Oppgitt: $I(t) = (V_0/R)(1 - \exp(-Rt/L))$.)

- A 2.2 ms
 - B 22 ms
 - C 0.22 s
 - D 2.2 s
 - E 22 s
-

i) Hvor stor induktans må du koble i serie med en kapasitans 47.0 nF for å oppnå en oscillator med egenfrekvens $f_0 = 92.4\ \text{MHz}$? ($1\ \text{pH} = 10^{-12}\ \text{H}$)

- A 0.631 pH
 - B 6.31 pH
 - C 63.1 pH
 - D 631 pH
 - E 6310 pH
-

j) Utstyrt med en induktans på $1.0\ \mu\text{H}$ ønsker du å konstruere en svingekrets med resonansfrekvens 1.0 MHz og en smal resonanskurve med Q -faktor 10^4 . Hva slags kapasitans C og resistans R velger du da å seriekoble induktansen din med? (Oppgitt: $Q = f_0/\Delta f = \sqrt{L/C}/R$)

- A $C = 25\ \text{pF}$ og $R = 63\ \text{m}\Omega$
 - B $C = 25\ \text{nF}$ og $R = 0.63\ \text{m}\Omega$
 - C $C = 0.25\ \text{nF}$ og $R = 0.63\ \Omega$
 - D $C = 63\ \text{nF}$ og $R = 25\ \text{m}\Omega$
 - E $C = 63\ \text{nF}$ og $R = 0.25\ \Omega$
-