

Eksamen i FY6017 Elektromagnetisme 6. juni 2018

(Poengangivelsene for hver oppgave er veiledende.)

Oppgave 1. Elektrostatikk. (Poeng: 15)

Et elektron og to protoner er plassert langs ei rett linje som vi legger langs x -aksen. Elektronet ligger fast i origo, et av protonene ligger fast i posisjon $x = 2.5$ nm.

a) I første omgang ligger også det andre protonet fast, i posisjon $x = 5.0$ nm. Hva er nå systemets totale potensielle energi U ? Regn ut svaret i enheten eV (elektronvolt). Vi velger her $U = 0$ når de tre partiklene alle er uendelig langt fra hverandre.

b) Protonet i posisjon $x = 5.0$ nm slippes nå med null starthastighet, mens de to andre partiklene holdes fast. Bruk prinsippet om energibevarelse og beregn hastigheten til det frie protonet når det har kommet langt ut på x -aksen.

Oppgave 2. Metaller. (Poeng: 15)

a) Forklar kort hvorfor det elektriske feltet må være null inne i et metall i elektrostatisk likevekt.

b) Forklar kort hvorfor det elektriske feltet må stå vinkelrett på overflaten på overflaten av et metall i elektrostatisk likevekt.

c) Forklar kort hvorfor et stykke metall må være et ekvipotensial i elektrostatisk likevekt.

d) Forklar kort hva som menes med et Faraday-bur.

Oppgave 3. Dielektrikum. (Poeng: 10)

Vi betrakter en isolator som består av molekyler med et permanent elektrisk dipolmoment. Gi en kvalitativ mikroskopisk forklaring på hvorfor det elektriske feltet er svakere inne i isolatoren enn utenfor dersom den plasseres i et uniformt ytre elektrisk felt.

Oppgave 4. Kondensator. (Poeng: 5)

En parallellplatekondensator har plateareal 100 cm^2 og plateavstand 0.5 mm . Volumet mellom platene er fylt med et dielektrikum med relativ permittivitet 5.5. Beregn kondensatorens kapasitans.

Oppgave 5. RC-krets. (Poeng: 20)

En likespenningskilde på 30.0 V kobles til en seriekobling av en resistans $1.00 \text{ M}\Omega$ og en kapasitans 1.00 mF .

a) Bruk Kirchhoffs spenningsregel (sløyferegel) til å finne differensialligningen for ladningen $Q(t)$ på kondensatoren. Vis (gjærne ved innsetting) at løsningen av ligningen er på formen

$$Q(t) = Q_0 \left(1 - e^{-t/\tau}\right),$$

og fastlegg dermed størrelsene Q_0 og τ .

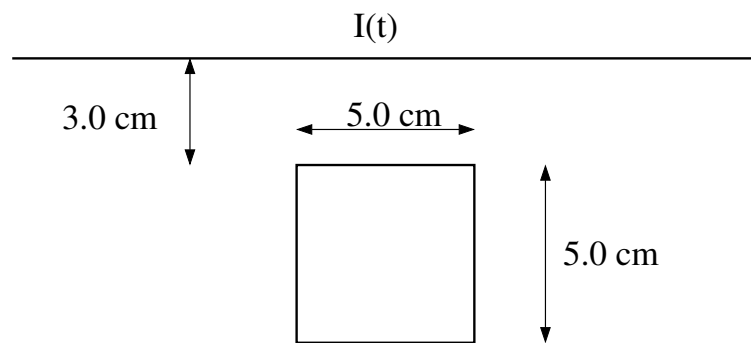
b) Hva blir strømmen $I(t)$ i kretsen umiddelbart etter at spenningskilden er koblet til?

c) Hvor lang tid tar det før strømmen i kretsen er redusert til 10% av verdien du fant i oppgave b)?

Oppgave 6. Magnetostatikk. (Poeng: 20)

Forklar, med tekst og figur, hvordan ioner med ulik masse og/eller ladning kan separeres ved hjelp av et massespektrometer, der ionene først akselereres ved hjelp av et elektrisk felt og deretter sendes inn i et uniformt magnetfelt. Lag selv et eksempel med to isotoper av et gitt grunnstoff med lik ladning og ulik masse. Velg tallverdier for størrelser som inngår i problemet og bestem forskjellen i radien til de to isotopenes sirkelbane i magnetfeltet.

Oppgave 7. Induksjon (Poeng: 15)



I en lang rett leder går det en vekselstrøm $I(t) = I_0 \sin \omega t$ med amplitude $I_0 = 2.5\text{ A}$ og frekvens $f = \omega/2\pi = 50\text{ Hz}$. Ei kvadratisk ledersløyfe med sidekanter 5.0 cm er plassert med en minsteavstand 3.0 cm fra den rette lederen. (Den rette lederen ligger i samme plan som ledersløyfa.)

a) Bestem indusert spenning i den kvadratiske ledersløyfa, inkludert tallverdi på amplituden.

b) Bestem den gjensidige induktansen mellom ledersløyfa og den rette lederen.