

UNIVERSITETET I OSLO

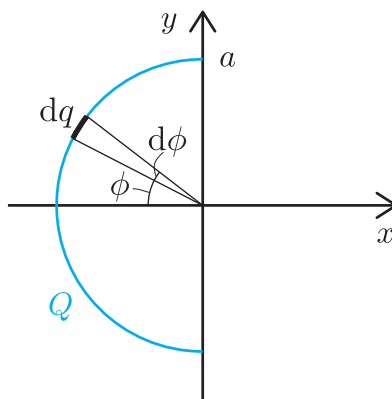
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: Fys1120 og Fys1120L

Tidsrom: Onsdag 3 desember 2025, 15:00 til 19:00

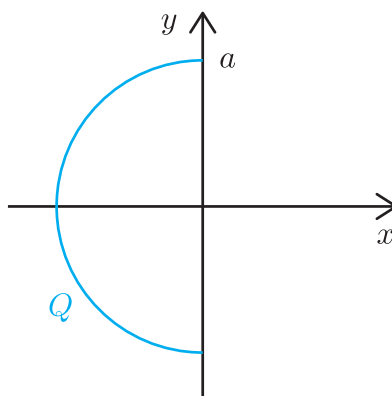
Oppgave 1: Ladninger

a) En ladning Q ligger i punktet $(-a, 0)$. Hva er det elektriske feltet fra denne ladningen i punktet $(0, 0)$?



b) En ladning Q er jevnt fordelt utover en halvsirkel med radius a som vist i figuren. Vis at bidraget til x -komponenten av det elektriske feltet i origo, dE_x , fra et lite ladningselement dq som ligger ved vinkelen ϕ er gitt som:

$$dE_x = \frac{Q}{4\pi^2\epsilon_0 a^2} \cos \phi d\phi$$

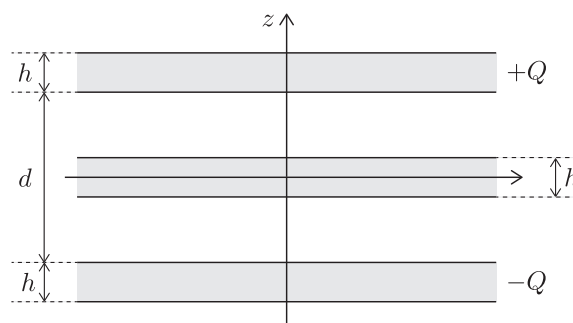


c) En ladning Q er jevnt fordelt utover en halvsirkel med radius a som vist i figuren. Hva er x -komponenten av det elektriske feltet i origo? Hva er y -komponenten av det elektriske feltet i origo?

Oppgave 2: Kondensator

Figuren viser et tverrsnitt gjennom to plane, ideelle ledere med tykkelse h og areal A i vakuum. Lederne er plassert i en avstand d fra hverandre. Den øverste lederen har ladningen $+Q$ og den nederste har ladningen $-Q$. En nøytral, ideell plan leder med tykkelse h er plassert midt mellom de to andre planene. Du kan anta at planene har så stor utstrekning at du kan se bort fra kanteffekter. Du kan i denne oppgaven bruke at det elektriske feltet fra en plan, uniform overflateladning ρ_s i xy -planet er

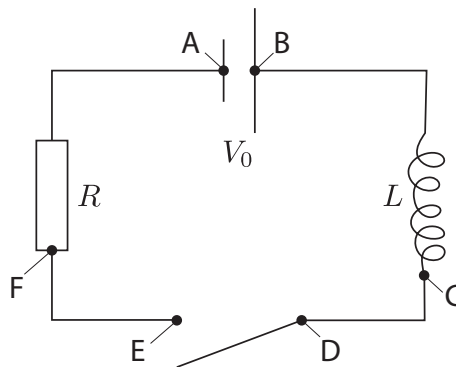
$$E_z = \frac{\rho_s}{2\epsilon_0} \frac{z}{|z|}.$$



- Skisser og beskriv hvordan ladningene er fordelt i de tre lederne.
- Finne det elektriske potensialet, $V(z)$, som funksjon av z . Vi plasserer nullpunktet for potensialet midt i den midterste lederen, ved $z = 0$.
- Finne kapasitansen til dette systemet. Kommenter effekten av å plassere en leder i midten av systemet.

Oppgave 3: Krets

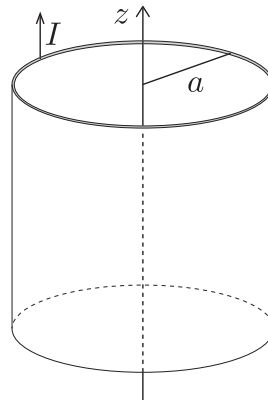
Figuren viser en krets som består av en motstand R , et batteri med spenning V_0 , en spole med induktans L og en bryter.



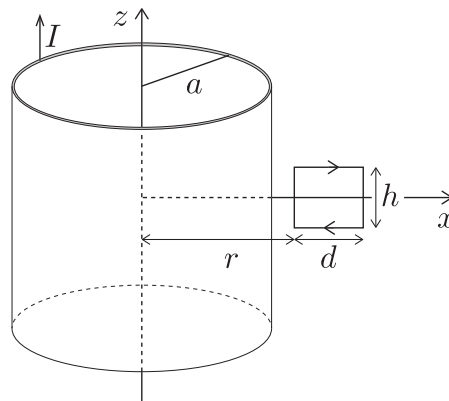
- a) Anta at bryteren har vært åpen svært lenge, slik at det ikke går noe strøm i kretsen. Anta at potensialet i punktet A i figuren er null. Hva er potensialene i de andre punktene, B - F , i figuren. Begrunn svaret kort.
- b) Anta at vi lukker bryteren ved tiden $t = 0$ slik at det nå kan gå strøm i kretsen. Hva er strømmen, $I(0)$ ved tiden $t = 0$? Hva blir strømmen i kretsen etter svært lang tid, $I(\infty)$?
- c) Finn en differensiallikning for strømmen i kretsen og finn løsningen til likningen.

Oppgave 4: Magnetfelt

Figuren viser en uendelig lang leder formet som et tynt sylinderskall med radius a . Det går en strøm I gjennom sylinderskallet i positiv z -retning. (Merk at dette er et uendelig tynt ledende sylinderskall og ikke en massiv sylinder).



- a) Finn magnetfeltet $\mathbf{B}$ overalt i rommet, både innenfor og utenfor sylinderskallet med radius a .



b) Vi plasserer en rektangulær krets i xz -planet som vist i figuren. Avstanden fra z -aksen til den innerste delen av den rektangulære kretsen er r . Hva er den gjensidige induktansen, $L(r)$, mellom den sylinderformede lederen og den rektangulære kretsen som funksjon av r . (Husk å finne induktansen også for $r < a$).

Oppgave 5: Endelige plan

Vi skal i denne oppgaven studere et system som består av endelige, kvadratiske plan.

a) Vi ser først på ett enkelt uendelig plan i xy -planet med ladningstetthet ρ . Vis at det elektriske feltet, $\mathbf{E}(\mathbf{r}) = E_z \hat{\mathbf{z}}$, hvor E_z er gitt som

$$E_z = \frac{\rho}{2\epsilon_0} \frac{z}{|z|}.$$

Eksempel. Til hjelp får du oppgitt et program som finner det elektriske feltet fra en sirkel-formet ladning i xy -planet. Sirkelen har en ladning Q og en radius a og det brukes N punkter langs sirkelen til å finne feltet. Programmet finner det elektriske feltet i et punkt $\mathbf{r}$ og visualiserer feltet i xz -planet.

```
import numpy as np
import scipy.constants as sc
def Efrasirkel(r,a,Q,N):
    E = np.array([0,0,0])
    for i in range(N):
        thetai = i/N*2*np.pi
        Qi = Q/N
        ri = np.array([a*np.cos(thetai),a*np.sin(thetai),0])
        R = r - ri
        E = E + Qi/(4*np.pi*sc.epsilon_0)*R/np.linalg.norm(R)**3
    return E
Lx, Lz, Nx, Nz = 2*a, 2*a, 25, 25
x = np.linspace(-Lx,Lx,Nx)
z = np.linspace(-Lz,Lz,Nz)
```

```

rx,rz = np.meshgrid(x,z,indexing="ij")
Ex = np.zeros_like(rx)
Ez = np.zeros_like(rz)
for ix in range(Nx):
    for iz in range(Nz):
        r = np.array([rx[ix,iz],0,rz[ix,iz]])
        Ex[ix,iz],Ey,Ez[ix,iz] = Efrasirkel(r,a,Q,N)
plt.quiver(rx,rz,Ex,Ez)
plt.xlabel("$x/a$"), plt.ylabel("$z/a$")
plt.axis("equal")

```

b) Vi skal nå se på et enkelt endelig plan som ligger parallelt med xy -planet og går gjennom punktet $(0,0,z_0)$. Planet har dimensjoner $2a \times 2a$ og har en ladning Q . Du kan anta at planet er uendelig tynt og at systemet er i vakuum. Skriv en funksjon `Efraplan(r,z0,a,Q,Nx,Ny)` som finner det elektriske feltet fra det endelige planet i et punkt $\mathbf{r}$. Du kan anta at du bruker $Nx \cdot Ny$ punkter til å beskrive planet.

c) Skriv et program for å sammenlikne det elektriske feltet fra programmet `Efraplan` med resultatet fra det uendelig store planet. Gjør sammenlikningen langs z -aksen. Programmet skal også sammenlikne med en punktladning med ladning Q i origo.

d) Resultatet av programmet er vist i figuren. Kommenter resultatet kort.

