UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i:	Fys1120 og Fys1120L
Eksamensdag:	Mandag 20. januar 2020
Tid for eksamen:	0900–1300
Oppgavesettet er på:	3 sider
Vedlegg:	Formelark
Tilatte hjelpemidler	Godkjent kalkulator Rottman: Matematisk formelsamling Øgrim og Lian: Fysiske størrelser og enheter

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å svare på spørsmålene.

Oppgave 1: Lag på lag med ladninger

Tre ladninger ligger langs z-aksen. En ladning q i punktet $\mathbf{r}_1 = a\hat{\mathbf{z}}$; en ladning q i punktet $\mathbf{r}_2 = -a\hat{\mathbf{z}}$ og en ladning $-2q$ i punktet $\mathbf{r}_3 = 0$ hvor $\hat{\mathbf{z}}$ er enhetsvektoren i z-retningen og a har enhet lengde.

a) Hva er det elektriske feltet, $\mathbf{E}(z)$, i $\mathbf{r} = (0, 0, z)$? Lag en tegning som illustrerer $\mathbf{E}$-feltet langs z-aksen.

b) Hva er det elektriske potensialet $V(z)$ i $\mathbf{r} = (0, 0, z)$?

Vi ser i stedet på et ladet plan i vakuum. Planet er normalt på z-aksen og går gjennom origo. Planet har flateladningstetthet ρ.

c) Finn det elektriske feltet, $\mathbf{E}(\mathbf{r})$, i et punkt $\mathbf{r} = (x, y, z)$.

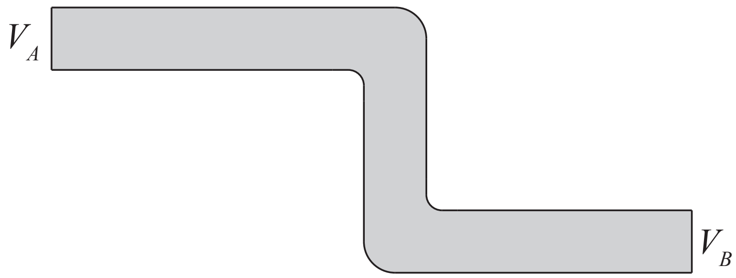
Vi plasserer i stedet tre ladete plan i rommet. Alle planene er normale på z-aksen. Ett plan har flateladningstetthet ρ og går gjennom $z = a$; ett plan har flateladningstetthet ρ og går gjennom $z = -a$, og ett plan har flateladningstetthet -2ρ og går gjennom origo.

d) Finn det elektriske feltet, $\mathbf{E}(\mathbf{r})$, i et punkt $\mathbf{r} = (x, y, z)$.

e) Hva er det elektriske potensialet, $V(\mathbf{r})$?

Oppgave 2: Ledning

En ikke-ideell leder har form som vist i figuren. Den har potensialet V_A på venstre side og V_B på høyre side, hvor $V_A > V_B$.

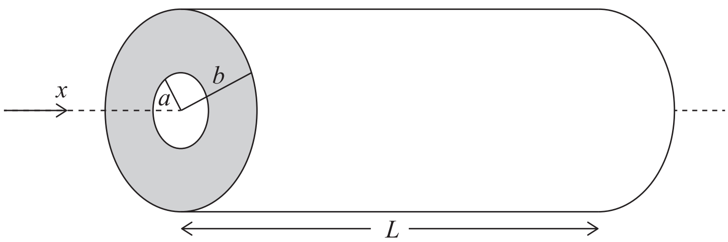


a) Skisser det elektriske feltet i lederen.

b) Skisser fordelingen av ladninger i lederen.

Oppgave 3: Sylindrisk kondensator

En sylindrisk kondensator består av en indre sylindrisk ideell leder med radius a inni et tynt sylinderskall med radius b laget av en ideel leder. Sylindrene har samme akse og er begge av lengde L som illustrert i figuren. Området mellom de to sylindrene er fylt med et dielektrisk materiale med dielektrisitetskonstant ϵ.



a) Hvis det er en ladning $+Q$ på den ytre sylinderen og en ladning $-Q$ på den indre sylinderen, finn det elektriske feltet $\mathbf{E}$ i området mellom sylindrene.

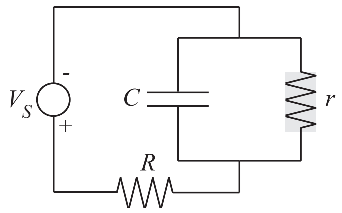
b) Finn det elektriske potensialet $V(\mathbf{r})$ i området mellom sylindrene.

c) Finn kapasitansen til systemet.

Oppgave 4: Modell for cellemembran

Figuren viser en enkel modell for et lite element i en celle-membran. Motstanden r er en spesiell motstand som er slik at når spenningen over motstanden er mindre enn v så er motstanden uendelig, mens når spenningen er større enn v så er motstanden r:

$$r = \begin{cases} r & ,V_r > v \\ \infty & ,V_r \leq v \end{cases} \quad . \tag{1}$$



a) Anta at spenningen V_s har vært null i svært lang tid, slik at systemet er stasjonært. Hva blir spenningen V_C over kondensatoren og strømmen gjennom motstanden R umiddelbart etter at spenningen V_s settes til $V_s > 0$.

b) Anta først at spenningen V_r over motstanden r er mindre enn v. Vis at likningen for spenningen V_C over kondensatoren kan skrives som:

$$C\frac{dV_c}{dt} = \frac{V_s}{R} - \frac{V_C}{R} \; . \tag{2}$$

c) Anta så at spenningen V_r over motstanden r er større enn v. Hva er nå likningen for spenningen V_C?

d) Skriv et program som regner ut spenningen V_C over kondensatoren gitt spenningen $V_s(t)$. Du kan anta at spenningen $V_C(0)$ har verdien fra oppgave (a).

Oppgave 5: Strøm i ring

Vi skal i denne oppgaven studere magnetfeltet fra ringer med strøm. Først ser vi på en ring med radius a og sentrum i posisjonen $(0, 0, -h)$. Ringen ligger i et plan som er parallellt med xy-planet. Det går en strøm I i ringen i positiv rotasjonsretning.

a) Finn det magnetiske feltet $\mathbf{B}(0, 0, z)$ langs z-aksen.

b) Skriv et program som finner det magnetiske feltet $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ i et vilkårlig punkt $\mathbf{r} = (x, y, z)$.

c) Vi plasserer så en ny ring med radius a som ligger i et plan parallellt med xy-planet med sentrum i $(0, 0, h)$. Det går en strøm I i negativ rotasjonsretning i ringen. Finn det magnetiske feltet $\mathbf{B}(0, 0, z)$ fra begge ringene.

d) Skisser det magnetiske feltet i xz-planet for systemet som består av begge ringene.