# UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: Fys1120 og Fys1120L
Tidsrom: Onsdag 20 desember 2023, 09:00 til 13:00

## Oppgave 1: To ladninger

To ladninger ligger i vakuum. Ladningen $Q_1 = 3q$ ligger i punktet $(-a, 0, 0)$ og ladningen $Q_2 = q$ ligger i punktet $(a, 0, 0)$.

**a)** Hva er det elektriske potensialet i origo?

**b)** Vil det elektriske potensialet være null et sted på $x$-aksen mellom de to ladningen? Begrunn svaret.

## Oppgave 2: Kule i vann

En kule av plast med radius $a$ og dieletrisk konstant $\epsilon_0$ har en ladning $Q$ som er uniformt fordelt i hele kulen. Plastkulen er plassert i vann med dielektrisk konstant $\epsilon_2 = 100\epsilon_0$.

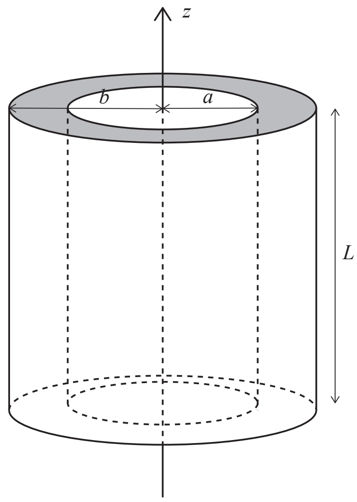
**a)** Finn det elektriske feltet $\mathbf{E}(r)$ som funksjon av avstanden $r$ til sentrum i kulen.

**b)** Er $\mathbf{D}$-feltet og $\mathbf{E}$-feltet kontinuerlige over grenseflaten mellom plast og vann? Begrunn svaret.

**c)** Hvor er polarisasjonen $\mathbf{P}$ størst i dette systemet?

## Oppgave 3: Motstand fra et sylinderskall

Vi har laget en motstand som er formet som et sylinderskall med indre radius $a$, ytre radius $b$ og lengde $L$ som vist i figuren. Materialet har ledningsevne $\sigma$.

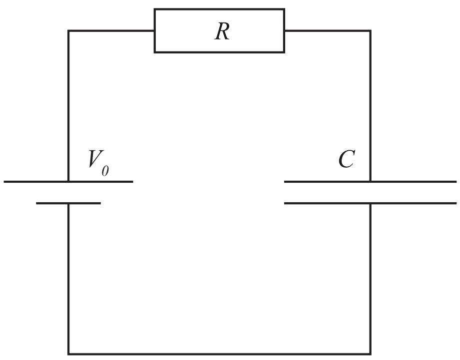


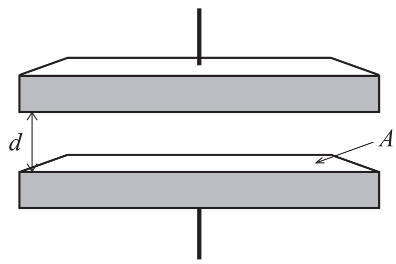

**a)** Hva blir det elektriske feltet i motstanden når det går en strøm $I$ gjennom motstanden langsmed $z$-aksen? Du kan anta at strømtettheten er homogen i motstanden.

**b)** Hva blir motstanden $R$ til denne motstanden?

## Oppgave 4: Variabel kondensator

Figuren viser en krets med et batteri med spenning $V_0$, en motstand $R$ og en platekondensator som består av to plater med areal $A$ og avstand $d$ i vakuum.




**a)** Beskriv spenningsfallet over hver komponent i kretsen når den har stått på i svært lang tid og nådd en stasjonær tilstand.

Vi presser så plutselig platene i kondensatoren sammen slik at de i stedet får avstanden $d/2$. Du kan anta at denne prosessen er instantan.

**b)** Beskriv kort hva som skjer i kretsen umiddelbart etter at platene er presset sammen.

**c)** Finn strømmen i kretsen, $I(t)$, som funksjon av tiden, $t$, etter at platene ble presset sammen ved tiden $t = 0$.

## Oppgave 5: Magnetisk dipol

En sirkulær strømsløyfe med radius $a$ ligger i $xy$-planet med sentrum i origo. Det går en strøm $I$ i positiv retning gjennom sløyfen.

**a)** Vis at $z$-komponenten av det magnetiske feltet langs $z$-aksen, $B_z(z)$, er

$$B_z = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi a^2 I}{(a^2 + z^2)^{3/2}} \tag{1}$$

Det magnetiske feltet fra en magnetisk dipol med sentrum i origo i et punkt $\mathbf{r}$ er tilnærmet gitt som

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{3\hat{\mathbf{r}}(\hat{\mathbf{r}} \cdot \mathbf{m}) - \mathbf{m}}{r^3} , \tag{2}$$

hvor $\hat{\mathbf{r}} = \mathbf{r}/|\mathbf{r}|$. Uttrykket gjelder for store $r$.

**b)** Bestem størrelsen $\mathbf{m}$ ved å sammenlikne resultatet for $B_z(z)$ fra strømsløyfen med feltet fra en magnetisk dipol. Du kan anta at $\mathbf{m}$ er rettet langs $z$-aksen.

**c)** Bruk uttrykket for magnetfeltet til en dipol til å finne et tilnærmet uttrykk for den gjensidige induktasen mellom en sirkulær krets $C_1$ i origo og en krets $C_2$ som illustrert i figuren under. Kretsen $C_2$ består av en indre halvsirkel med radius $b$ og en ytre halvsirkel med radius $b + h$. (Det gir nesten full uttelling om du kommer til et tilnærmet uttrykk ved å anta at $h \ll b$.)