



FYS1120 Elektromagnetisme

J. Skaar: Øvingsoppgaver til midtveiseksamen (med fasit)

Her er 46 flervalgsoppgaver som kanskje kan være nyttige for å få litt trening til midtveiseksamen. Tenk grundig gjennom oppgaven og løs den på egen hånd eller sammen med andre. Føler du deg på tynn is, les i pensumlitteraturen rundt det som trengs for oppgaven. Hvis du ikke får samme svar som fasiten, tenk igjen og prøv å forstå. På forumet kan dere stille spørsmål og hjelpe hverandre. Referer til hvilken oppgave det er, og beskriv den gjerne eller kopier inn, da er det raskere å hjelpe.

Det skal kun krysses av for ett alternativ. Enkelte ganger vil alle svaralternativene være riktige. Det skal da krysses av for det siste alternativet, som vil lyde noe ala "Alle alternativene ovenfor er riktige".

Ekstra utfordrende oppgaver er markert med *.

- 1) En ring med radius a har uniform linjeladningstetthet. Det er vakuum overalt ellers. Hva er det elektriske feltet \mathbf{E} og potensialet V i sentrum av ringen? La referansen for potensialet være uendelig langt unna ringen.
 - i) $\mathbf{E} = 0$ og $V = 0$.
 - ii) $\mathbf{E} < 0$ og $V = 0$.
 - iii) $\mathbf{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a^2} \hat{\mathbf{r}}$ og $V = 0$.
 - iv) $\mathbf{E} = 0$ og $V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$.
- 2) Gitt et stykke av en ideell leder. Hva kan du si om feltet i vakuum, rett utenfor lederen?
 - i) \mathbf{E} står normalt på overflaten.
 - ii) \mathbf{E} er parallell med overflaten.
 - iii) Verken \mathbf{E} eller \mathbf{D} står normalt på, eller er parallell med overflaten.
 - iv) Ingen av alternativene ovenfor er korrekte.
- 3) Hvilket/hvilke av følgende medier er isotropt/isotrope?
 - i) Vann.
 - ii) Luft.
 - iii) Glass.
 - iv) Alle mediene vann, luft og glass er isotrope.
- 4) En ladning Q_1 befinner seg i $(x, y) = (1, 2)$ og en ladning Q_2 befinner seg i $(x, y) = (4, 4)$. Det er vakuum overalt. Vi vet at $Q_2 \gg Q_1$. La S være en kuleflate med radius 3 og sentrum i origo. Hva er $\epsilon_0 \oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S}$?

- i) 0
 ii) Q_1
 iii) Q_2
 iv) $Q_1 + Q_2$
- 5) K. Ule forteller at “det elektriske feltet utenfor ei kule med radius a er $\mathbf{E} = \frac{Q\hat{\mathbf{r}}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ”. Du føyer til at
- i) “når kula har total ladning Q .”
 ii) “når kula har total ladning Q som er sylinder-symmetrisk fordelt.”
 iii) “når kula har total ladning Q som er kulesymmetrisk fordelt.”
 iv) “Nei, dette uttrykket gjelder bare for feltet fra en punktladning.”
- 6) Hva er riktig om loven $\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$?
- i) Det er en versjon av Gauss’ lov.
 ii) Den er på differensialform.
 iii) Den kan skrives om til $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q_{\text{fri, i } S}$, der $Q_{\text{fri, i } S} = \int_v \rho dv$. Her er v volumet som omsluttet av den lukkede flaten S .
 iv) Alle alternativene ovenfor.
- 7) To like punktladninger befinner seg en avstand fra hverandre. Det finnes ingen andre kilder til elektriske felter. Vi ser på det elektriske feltet \mathbf{E} , og potensialet V med uendelig som referanse, i et observasjonspunkt som er midt mellom ladningene. Hva er da rett?
- i) $\mathbf{E} = 0$ og $V = 0$.
 ii) $\mathbf{E} \neq 0$ og $V = 0$.
 iii) $\mathbf{E} = 0$ og $V \neq 0$.
 iv) $\mathbf{E} \neq 0$ og $V \neq 0$.
- 8) To punktladninger med samme absoluttverdi men *motsatt fortegn*, befinner seg en avstand fra hverandre. Det finnes ingen andre kilder til elektriske felter. Vi ser på det elektriske feltet \mathbf{E} , og potensialet V med uendelig som referanse, i et observasjonspunkt som er midt mellom ladningene. Hva er da rett?
- i) $\mathbf{E} = 0$ og $V = 0$.
 ii) $\mathbf{E} \neq 0$ og $V = 0$.
 iii) $\mathbf{E} = 0$ og $V \neq 0$.
 iv) Ingen av alternativene ovenfor er korrekte.
- 9) * Du finner på en nettside at kapasitansen per lengdeenhet for en koaksialkabel er gitt av

$$C' = \frac{2\pi\epsilon_r\epsilon_0}{\ln \frac{b}{a}}, \quad (1)$$

der a og b er radius til henholdsvis inner- og ytterleder, og ϵ_r er den relative permittiviteten til mediet mellom lederne. Du gjør diverse kontroller for å se om uttrykket stemmer. Hva er rett om uttrykket du har funnet?

- i) Uttrykket har rett dimensjon.
 ii) Hvis avstanden mellom inner- og ytterleder blir liten, dvs. $a \approx b$, så gjenfinner vi uttrykket for en parallellplatekondensator. Oppgitt: $\ln(1 + u) \approx u$ når $u \ll 1$.

- iii) Begge alternativene ovenfor er korrekte.
- iv) Ingen av alternativene ovenfor er korrekte.
- 10) Fire like punktladninger befinner seg på hjørnene til et kvadrat. Vi tar bort den ene punktladningen (dvs. flytter den til uendeligheten). Hva skjer med den lagrede elektrostatisk energi?
- i) Den minker.
- ii) Den øker.
- iii) Den er uendret.
- iv) Ingen av alternativene ovenfor er riktige.
- 11) En uendelig, rett linjeladning med linjeladningstetthet Q' ligger langs z -aksen. Det er et medium med permittivitet ϵ overalt ellers. Hva er det elektriske feltet?
- i) $\mathbf{E} = \frac{Q'}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{\mathbf{r}}$.
- ii) $\mathbf{E} = \frac{Q'}{2\pi\epsilon r} \hat{\mathbf{r}}$.
- iii) $\mathbf{E} = \frac{Q'}{2\pi\epsilon_0 r^2} \hat{\mathbf{r}}$.
- iv) Ingen av alternativene ovenfor er riktige.
- 12) Vi ønsker å fordoble kapasitansen til en parallellplatekondensator. Dette får vi til ved å
- i) fordoble avstanden mellom platene og firedoble ϵ til det dielektriske mediet mellom platene.
- ii) halvere avstanden mellom platene.
- iii) la platene få dobbelt så stort areal.
- iv) Alle alternativene ovenfor er korrekte.
- 13) Hva er det som ikke stemmer?
- i) En ideell leder har $V = \text{konst.}$
- ii) Romladningstettheten i en ideell leder er null: $\rho = 0$.
- iii) En ideell isolator har $\mathbf{E} = 0$.
- iv) En ideell isolator har konduktivitet lik null: $\sigma = 0$.
- 14) Hvilken lov gjelder i alle materialer?
- i) $\nabla \cdot \mathbf{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$.
- ii) $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$.
- iii) $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$.
- iv) $\mathbf{P} = \epsilon_0 \chi_e \mathbf{E}$.
- 15) To kondensatorer, henholdsvis med kapasitans C_1 og C_2 , er koblet sammen i serie. Seriekoblingen kan sees på som en kondensator med kapasitans C , der $1/C = 1/C_1 + 1/C_2$. Dette gjelder under forutsetning av at
- i) kondensatorene ikke har for stor kapasitans.
- ii) kondensatorene ikke har for liten kapasitans.
- iii) det ikke går feltlinjer fra den ene kondensatoren til den andre.
- iv) det går feltlinjer fra den ene kondensatoren til den andre.

- 16) * På Internett finner du en oppgave i elektrostatikk, laget av en professor ved det nye Universitetet i Snåsa. Oppgaven lyder som følger: “En ideell lederdisk med radius a har konstant flateladningstetthet ρ_s . Det er vakuum overalt ellers. Finn det elektriske feltet på akse til disken.” Hva burde du fortelle professoren?
- i) En disk med konstant flateladningstetthet kan ikke ha konstant potensial, slik en leder må ha.
 - ii) Oppgaven er uløselig fordi det mangler nødvendig informasjon.
 - iii) Dette er en standard oppgave i elektrostatikk, som kan løses f.eks. ved å bruke symmetri og Coulombs lov.
 - iv) Oppgaven er grei nok, men veldig kjedelig. Stakkars studenter.
- 17) Likningen $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$
- i) gjelder for konstante strømmer,
 - ii) viser at potensialforskjellen mellom to punkt er veiuavhengig,
 - iii) er Ohms lov på punktform,
 - iv) Alle de tre alternativene ovenfor er riktige.
- 18) En leder fører en strøm I i positiv z -retning. Hva kan du da si om lederen?
- i) Den har netto negativ ladning,
 - ii) Den har netto positiv ladning,
 - iii) Den har ingen netto ladning,
 - iv) Man kan ikke si noe om hvorvidt den har noe netto ladning.
- 19) En ideell leder fører en strøm I i positiv z -retning. Hva kan du da si om potensialet på lederen?
- i) Potensialet er negativt,
 - ii) Potensialet er positivt,
 - iii) Potensialet er null,
 - iv) Man kan ikke si noe om potensialet.
- 20) I et begrenset volum er skalarpotensialet $V = ay$, angitt i et kartesisk koordinatsystem. Størrelsen a antas å være uavhengig av koordinatene x , y og z i dette volumet. Permittiviteten $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ er ikke den samme overalt i volumet. Hvilken av følgende påstander beskriver nødvendigvis volumet på en riktig måte?
- i) \mathbf{D} -feltet er uniformt,
 - ii) Det elektriske feltet er uniformt,
 - iii) Det elektriske feltet er rettet langs x -aksen,
 - iv) Polariseringen \mathbf{P} er uniform.
- 21) Hva kan vises ut fra Gauss' lov alene?
- i) Ohms lov,
 - ii) Coulombs lov,
 - iii) Murphys lov,
 - iv) Ari Behns lov.

- 22) Punktene P_1 og P_2 har henholdsvis potensialene 1V og 2V i forhold til referansen R . I forhold til referansen R' har punktet P_1 potensialet $-1V$. Hva er potensialet til punktet P_2 i forhold til referansen R' ?
- $-2V$,
 - $-1V$,
 - $0V$,
 - $1V$.
- 23) Fire like ladninger Q er plassert på hjørnene til et kvadrat med sidekant a . Overalt rundt ladningene er det vakuum. Hva er absoluttverdien til totalkraften som virker på en av dem?
- $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}(\sqrt{2})$,
 - $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}(\sqrt{2} + 1/2)$,
 - $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}(\sqrt{2} + 1)$,
 - $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}(\sqrt{2} + 2)$.
- 24) I forrige oppgave tar vi bort ladningen på det ene hjørnet. Hva blir potensialet i dette punktet dersom referansen settes i uendeligheten?
- $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}(\sqrt{2} + 1)$,
 - $\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a}(\sqrt{2} + 1)$,
 - $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}(\frac{1}{\sqrt{2}} + 2)$,
 - $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}(\sqrt{2} + 2)$.
- 25) Gitt et begrenset område/volum v med et lineært, isotropt og homogent medium. Det er ingen fri romladning i v (dvs. $\rho = 0$), men det er frie ladninger et stykke utenfor v . Du kan anta elektrostatiske forhold. Hvor har potensialet $V = V(x, y, z)$ sitt maksimum (når vi ser bort fra verdiene av V utenfor volumet)?
- et sted på randen av v ,
 - et sted inne i v ,
 - et sted enten på randen av v eller inne i v ,
 - potensialet er konstant inne i og på randen av v .
- 26) * Følgende uttrykk er påstått å beskrive det elektrostatiske feltet fra en ladningsansamling: $\mathbf{E} = \frac{Q\hat{\phi}}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r^3} \right)$. Anta at ladningsansamlingen har begrenset utstrekning i alle retninger. Størrelsen $Q \neq 0$ er den totale ladningen til ladningsansamlingen, r er avstanden fra origo til observasjonspunktet og $\hat{\phi}$ er enhetsvektoren i den retningen den polare vinkelen φ øker, i et sfærisk koordinatsystem. Uten å kjenne detaljene om ladningsansamlingen og utregningen, hvorfor kan du likevel si at uttrykket må være galt?
- Uttrykket er dimensjonsmessig feil,
 - Uttrykket stemmer ikke med Gauss' lov,
 - Uttrykket er feil siden det ikke tilfredsstiller $\nabla \times \mathbf{E} = 0$,
 - Alle de tre innvendingene ovenfor er riktige.

27) Gitt en ledertråd med tverrsnittsareal 0.5 mm^2 . Lederen fører strømmen $I = 5 \text{ A}$, som er jevnt fordelt over tverrsnittet. Hva er de frie elektronenes midlere driftshastighet hvis lederen er kopper med fri elektrontetthet $N = 8.5 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$?

- i) $3 \cdot 10^5 \text{ m/s}$,
- ii) $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$,
- iii) 0.24 mm/s ,
- iv) 0.74 mm/s .

28) En oppladet kondensator har åpne terminaler (den er frakoplet). Hva skjer dersom vi flytter kondensatorelektrodene (platene) nærmere hverandre?

- i) Ladningen på elektrodene øker,
- ii) Ladningen på elektrodene minker,
- iii) Potensialforskjellen mellom elektrodene (absoluttverdi) øker,
- iv) Potensialforskjellen mellom elektrodene (absoluttverdi) minker.

29) * Det elektriske feltet overalt i rommet er gitt av uttrykket

$$\mathbf{E}(r) = \begin{cases} C_1 r^2 \hat{\mathbf{r}}, & \text{for } r < a, \\ C_2 \frac{1}{r} \hat{\mathbf{r}}, & \text{ellers,} \end{cases} \quad (2)$$

i et sfærisk koordinatsystem. Her er C_1 en vilkårlig konstant, og $C_2 \neq C_1 a^3$. Anta at permittiviteten er ϵ_0 overalt. Hva kan du si om ladningsfordelingen?

- i) det er romladning for $r < a$, flateladning for $r = a$, men ingen romladning for $r > a$,
- ii) det er romladning for $r < a$, ingen flateladning for $r = a$, og ingen romladning for $r > a$,
- iii) det er romladning for $r < a$, flateladning for $r = a$, og romladning for $r > a$,
- iv) det er ingen romladning for $r < a$, men det er flateladning for $r = a$ og romladning for $r > a$.

30) * Potensialet i rommet er gitt av uttrykket

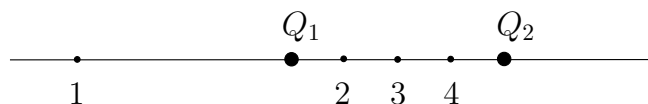
$$V(r) = \begin{cases} V_0 & \text{for } r \leq a, \\ V_0 \frac{a}{r} & \text{for } r > a, \end{cases} \quad (3)$$

i et sfærisk koordinatsystem. Her er V_0 og a vilkårlige konstanter (men $a > 0$). Anta elektrostatikk og at permittiviteten er ϵ_0 overalt. Hva er romladningstettheten ρ for $r < a$ og $r > a$, samt flateladningstettheten ρ_s for $r = a$?

- i) $\rho = 0$ for $r \neq a$ og $\rho_s = \epsilon_0 V_0 / a$ for $r = a$,
- ii) $\rho = 0$ for $r < a$, $\rho = -\epsilon_0 V_0 a / r^2$ for $r > a$ og $\rho_s = \epsilon_0 V_0 / a$ for $r = a$,
- iii) $\rho = 0$ for $r < a$, $\rho = \epsilon_0 V_0 a / r^3$ for $r > a$ og $\rho_s = \epsilon_0 V_0 / a$ for $r = a$,
- iv) $\rho = 0$ for $r < a$, $\rho = \epsilon_0 V_0 a / r^3$ for $r > a$ og $\rho_s = 0$ for $r = a$.

31) * Når er følgende versjoner av Gauss' lov gyldig? (1) $\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$ og (2) $\epsilon_0 \nabla \cdot \mathbf{E} = \rho_{\text{total}}$. Her er ρ den frie romladningstettheten, mens ρ_{total} er all romladningstetthet (fri og bunden).

- i) (1) er gyldig i et vilkårlig medium, mens (2) er kun gyldig i vakuum,
- ii) begge er alltid gyldige,
- iii) begge er alltid ugyldige,
- iv) de er bare gyldige på sommeren.



- 32)** To ladninger $Q_1 = -q$ og $Q_2 = 4q$ er plassert som vist i figuren. Av de fire nummererte posisjonene, er det elektriske feltet null i en posisjon. Dette er i posisjon
- 1.
 - 2.
 - 3.
 - 4.
- 33)** En kondensator som består av to ledere med vakuum i mellom, er oppladet til V_0 . Etter at den ble oppladet, er den frakoblet kilden. Vi fører nå et rent dielektrisk medium, med relativ permittivitet $\epsilon_r > 1$ inn mellom lederne. Hva skjer?
- Potensialforskjellen mellom lederne blir større enn V_0 .
 - Potensialforskjellen mellom lederne blir mindre enn V_0 .
 - Potensialforskjellen mellom lederne forblir V_0 .
 - Kondensatoren endrer farge.
- 34)** En kondensator som består av to ledere med vakuum i mellom, er hele tiden koblet til en ideell spenningskilde slik at potensialforskjellen mellom lederne er V_0 . Ladningen på den positive lederen kaller vi $+Q$, og på den negative $-Q$. Vi fører nå et rent dielektrisk medium, med relativ permittivitet $\epsilon_r > 1$, inn mellom lederne. Lederne er fortsatt koblet til spenningskilden. Hva skjer?
- Det elektriske feltet mellom lederne blir uendret.
 - Q er uendret.
 - Begge alternativene i) og ii) er riktige.
 - Ingen av alternativene i) eller ii) er riktige.
- 35)** Det elektriske feltet overalt i rommet er gitt av uttrykket

$$\mathbf{E}(r) = \begin{cases} C_1 r^2 \hat{\mathbf{r}}, & \text{for } r < a, \\ C_2 \frac{1}{r} \hat{\mathbf{r}}, & \text{ellers,} \end{cases} \quad (4)$$

i et sylindrisk koordinatsystem. Her er C_1 en vilkårlig konstant, og $C_2 = C_1 a^3$. Anta at permittiviteten er ϵ_0 overalt. Hva er ladningstettheten ρ ?

- $\rho = 3\epsilon_0 C_1 r$ for $r < a$ og $\rho = 0$ ellers,
 - $\rho = 3\epsilon_0 C_1 r^2$ for $r < a$ og $\rho = 0$ ellers,
 - $\rho = 2\epsilon_0 C_1 r$ for $r < a$ og $\rho = -\epsilon_0 C_2 / r^2$ ellers,
 - $\rho = 2\epsilon_0 C_1 r$ for $r < a$ og $\rho = -C_2 / r^2$ ellers.
- 36)** * Se på situasjonen i forrige deloppgave, men la både C_1 og C_2 være vilkårlige konstanter.
- Da er det en flateladningstetthet $\rho_s = \epsilon_0(C_2/a - C_1 a^2)$ på grenseflaten $r = a$,
 - Da er det en flateladningstetthet $\rho_s = -\epsilon_0(C_2/a - C_1 a^2)$ på grenseflaten $r = a$,
 - Da får vi en ufysisk situasjon fordi grensebetingelsene ikke kan oppfylles i $r = a$.
 - Ingen av alternativene ovenfor.

- 37) * Prof. E. Lektrisk påstår at det elektriske feltet \mathbf{E} fra en gitt, tidsuavhengig ladningsfordeling i vakuum er gitt av uttrykket

$$\mathbf{E}(r) = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{\phi}, \quad (5)$$

i et sfærisk koordinatsystem. Her er ρ en romladningstetthet. Det er gitt at ρ er konstant og $\rho \neq 0$ for $r < a$, der $a > 0$. Hvordan kan du være sikker på at prof. Lektrisk er helt på jorden?

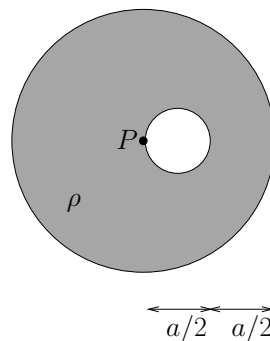
- i) Uttrykket har ikke riktig dimensjon,
 - ii) Feltet er ikke curlfritt (dvs. det sirkulerer),
 - iii) For $0 < r < a$ er $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$, hvilket skulle bety at $\rho = 0$ der. Dette stemmer ikke med at $\rho \neq 0$ for $r < a$,
 - iv) Alle alternativene ovenfor.
- 38) Tre like punktladninger Q i vakuum er plassert på hjørnene til en likesidet trekant med sidekant a . Hva kraften som virker på en av ladningene?

- i) $\sqrt{2} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$,
- ii) $\sqrt{2} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$,
- iii) $\sqrt{3} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$,
- iv) $(\sqrt{2} + 1) \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$.

- 39) I forrige deloppgave tar vi bort ladningen på det ene hjørnet. Hva blir potensialet i dette punktet dersom referansen settes i uendeligheten?

- i) $(\sqrt{2} + 1) \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$,
- ii) $\sqrt{2} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$,
- iii) $2 \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$,
- iv) $(\sqrt{2} + 2) \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$.

- 40) * I en uendelig lang sylinder med radius a er det et hull med radius $a/4$, se fig. 1. Sylindren har en jevnt fordelt ladning med romladningstetthet ρ , bortsett fra i hullet der romladningstettheten er null. Hva er det elektriske feltet i punktet P , dvs. på akse til sylindren?



Figur 1: Ladet sylinder med hull.

- i) $\frac{\rho a}{4\epsilon_0}$ rettet mot venstre.

- ii) $\frac{\rho a}{4\epsilon_0}$ rettet mot høyre.
 iii) $\frac{\rho a}{8\epsilon_0}$ rettet mot høyre.
 iv) ingen av alternativene ovenfor er korrekte.
- 41) Hva heter loven $\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$?
- i) Gauss' lov.
 ii) Coulombs lov.
 iii) Biot–Savarts lov.
 iv) Faradays lov.
- 42) Hva er sant om strømtettheten \mathbf{J} i statikken? Statikk betyr her at \mathbf{J} skal være uavhengig av tiden.
- i) $\nabla \times \mathbf{J} = 0$.
 ii) $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$.
 iii) $\nabla^2 \mathbf{J} = 0$.
 iv) Alle alternativene ovenfor er riktige.
- 43) Hva er den fysiske tolkningen til $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$?
- i) At \mathbf{B} -feltet biter seg selv i halen.
 ii) At \mathbf{B} -feltet ikke kan strømme netto ut av en lukket flate.
 iii) At \mathbf{B} -feltslinjene ikke kan starte eller stoppe noe sted.
 iv) Alle alternativene ovenfor.
- 44) n ledninger er koblet sammen på en liten lederkule. Vi kaller strømmene i hver av ledningene ut fra kula for I_i . Da gjelder $\sum_{i=1}^n I_i = 0$ under forutsetning av at
- i) alle potensialene er null.
 ii) det ikke netto akkumuleres eller forsvinner ladning i/fra kula/koblingspunktet.
 iii) alle ledningene er ideelle.
 iv) Det trengs ingen forutsetninger for dette.
- 45) * En ladet ring roterer rundt sin akse med vinkelhastighet ω . Hva er \mathbf{B} -feltet i sentrum av ringen? Ringen har en ladning Q som er jevnt fordelt over ringen. Ringens radius er a og permeabiliteten er μ_0 overalt.
- i) $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 Q \omega}{4\pi a^2} \hat{\mathbf{z}}$.
 ii) $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 Q \omega}{2a^2} \hat{\mathbf{z}}$.
 iii) $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 Q \omega}{4\pi a} \hat{\mathbf{z}}$.
 iv) ingen av alternativene ovenfor er korrekte.
- 46) Nå er du ferdig med en mengde flervalgsoppgaver. Hva tenker du om midtveiseksamen?
- i) At elmag forsåvidt er vanskelig, men oppgavene er jo laget for å kunne løses! Det skal nok gå fint!
 ii) At elmag er utrolig interessant!
 iii) At kunnskapen, forståelsen og ferdighetene blir gode å ha videre i studiet og seinere!
 iv) Alle alternativene ovenfor er selvfølgelig korrekte!

Table 1: Fasit. Ikke smugkikk!

Spørsmål	Alt. i)	Alt. ii)	Alt. iii)	Alt. iv)
1)				x
2)	x			
3)				x
4)		x		
5)			x	
6)				x
7)			x	
8)		x		
9)			x	
10)	x			
11)		x		
12)				x
13)			x	
14)	x			
15)			x	
16)	x			
17)	x			
18)				x
19)				x
20)		x		
21)		x		
22)			x	
23)		x		
24)			x	
25)	x			
26)				x
27)				x
28)				x
29)			x	
30)	x			
31)		x		
32)	x			
33)		x		
34)	x			
35)	x			
36)	x			
37)				x
38)			x	
39)			x	
40)			x	
41)	x			
42)		x		
43)				x
44)		x		
45)			x	
46)				x