UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: Fys1120 og Fys1120L
Tidsrom: Fredag 10 desember 2021, 15:00 til 19:00

Oppgave 1: Elektrisk felt

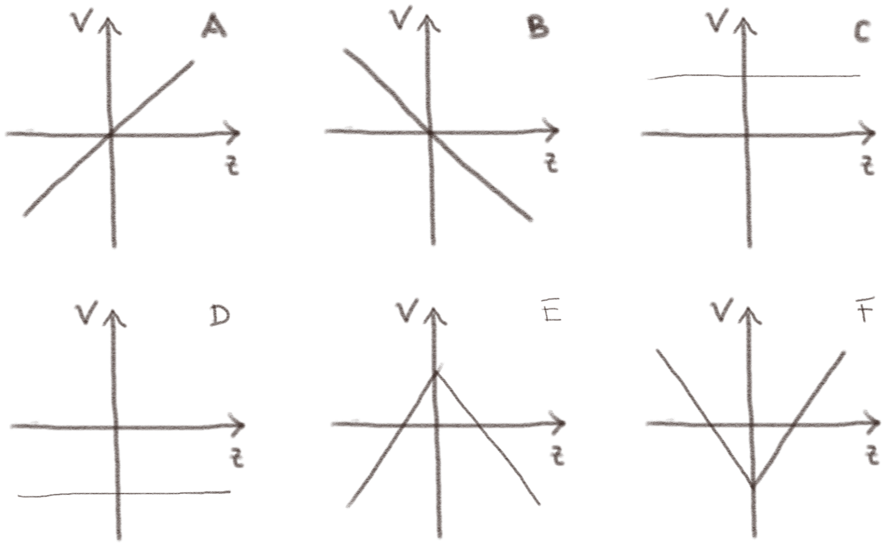
To identiske ladninger Q ligger i punktene $(a, 0)$ og (a, a). Hva er y-komponenten av det elektriske feltet i origo?

Oppgave 2: Elektrisk potensial

En ladning Q ligger i punktet $(a, 0)$ og en ladning $-Q$ ligger i punktet $(-a, 0)$. I hvilket av disse punktene, $\mathbf{r}$, er det elektriske potensialet $V(\mathbf{r})$ størst av $\mathbf{r} = (0, 0)$, $\mathbf{r} = (a/2, 0)$, $\mathbf{r} = (a/2, a/2)$, $\mathbf{r} = (-a/2, 0)$, eller $\mathbf{r} = (-a/2, a/2)$?

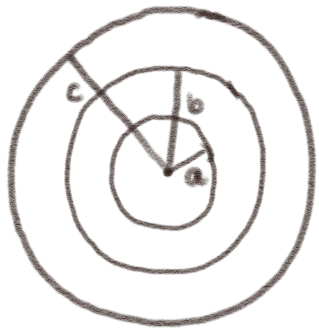
Oppgave 3: Oppgave 3: Elektrisk potensial

Et uendelig stort, tynt plan med flateladningstetthet $\rho_s > 0$ ligger i xy-planet. Hvilken figur representerer best det elektriske potensialet $V(z)$ langs z-aksen?



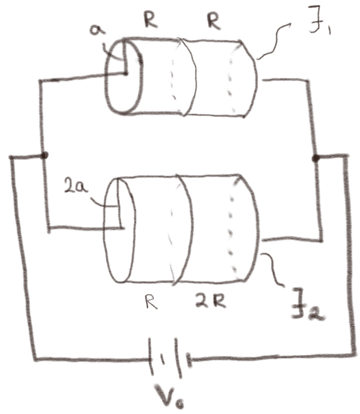
Oppgave 4: Ledende kuleskall

(Denne oppgaven er hentet fra eksamen ved NTNU i 2020). Tre ledende kuleskall er plassert konsentrisk (med samme sentrum) i vakuum som vist i figuren. Det innerte kuleskallet har ladning Q, det midterste kuleskallet har ladningen $-2Q$ og det ytterste kuleskallet har ladningen $-Q$. Hva er ladningen på den ytre overflaten av den midterste kuleskallet?



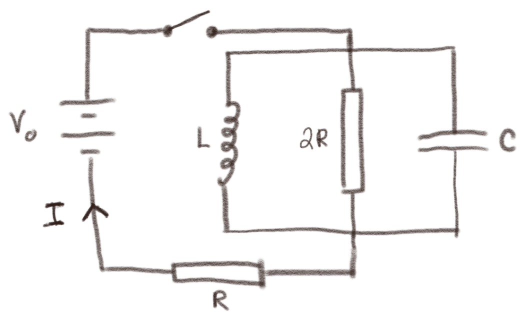
Oppgave 5: Strømtetthet

Figuren viser en krets med to motstander. Den øverste motstanden er sylindrisk med radius a og består av to deler som hver har motstand R. Den nederste motstanden er sylindrisk med radius $2a$ og består av to deler med motstand R og $2R$ som vist i figuren. Strømtettheten er J_1 i den øverste motstanden og J_2 i den nederste motstanden. Hva er forholdet mellom strømtetthetene, J_1/J_2, når kretsen har nådd en stasjonær tilstand?



Oppgave 6: Kretser 1

Figuren viser en krets som består av en kondensator, en spole, to motstander og et batteri. Vi lukker bryteren slik at det blir en lukket krets. Hva blir da strømmen I gjennom batteriet etter svært lang (uendelig lang) tid?



Oppgave 7: Magnetisering

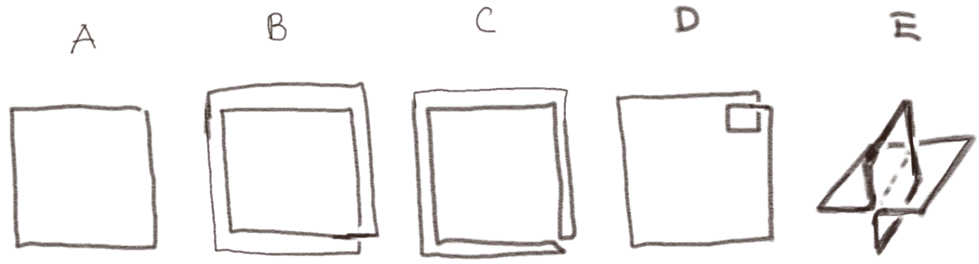
En lang, sylindrisk permanent magnet med radius a ligger langs z-aksen. Magneten har en magnetisering $\mathbf{M} = M_0\hat{\mathbf{z}}$. Hva er den bundne overflatestrømtettheten, $\mathbf{J}_{b,s}$, i punktet $(0, a, 0)$ på ytterkanten av magneten?

Oppgave 8: Fluks

En kvadratisk krets med motstand R i xy-planet med størrelse $a\times$ beveger seg med konstant hastighet v_0 langs x-aksen i et magnetfelt $vecB = B_0(x/a)\hat{z}$ som illustrert i figuren. Hva er størrelse og retning på den induserte strømmen I i kretsen?

Oppgave 9: Induktans

Hvilken av kretsene i figuren har minst selv-induktans, L ? Du kan anta at alle sidene i kvadratene er like store, med unntak av det lille kvadratet i figur D.



Oppgave 10: Langsvarsoppgave 1a

Et uendelig langt, tynt sylindrisk skall med radius a ligger langs z-aksen i vakuum. Sylinderskallet har en uniform ladningstetthet slik at en lengde L av sylinderskallet har ladningen Q.

Finn det elektriske feltet $\mathbf{E}_1(\mathbf{r})$ overalt i rommet. (Tallet 1 er her kun en indeks som viser at dette er system 1. Senere skal vi regne ut feltet fra et annet system som vi kaller system 2).

Oppgave 11: Langsvarsoppgave 1b

For sylinderskallet, finn det elektriske potensialet $V_1(r)$ som funksjon av avstanden r til z-aksen. Sett nullpunktet til potensialet slik at $V_1(a) = 0$.

Oppgave 12: Langsvarsoppgave 1c

Vi plasserer nå et uendelig langt, sylindrisk skall med ladning $-Q$ per lengde L og radius a slik at aksen går gjennom punktet $(0, d, 0)$ og er parallell med z-aksen.

Hva er y-komponenten, $E_{2,y}(y)$, av det elektriske feltet fra dette sylinderskallet som funksjon av y for $0 < y < d$?

Oppgave 13: Langsvarsoppgave 1d

Finn det elektriske potensialet $V_2(y)$ for sylinderskallet som går gjennom $(0, d, 0)$ for $0 < y < d$. Sett nullpunktet for potensialet slik at $V_2(a) = 0$.

Oppgave 14: Langsvarsoppgave 1e

Finn det totale elektriske potensialet $V_T = V_1 + V_2$ fra begge de to sylinderskallene i punktet $y = d - a$ og bruk dette til å finne et tilnærmet uttrykk for kapasitansen C per lengde L for et system som består av to uendelig lange, ledende, paralelle sylindere med radius a, plassert med en avstand d mellom aksene.

Oppgave 15: Langsvarsoppgave 1f

Forklar hvilke tilnærminger vi har gjort når vi regnet ut kapasitansen C i forrige oppgave. Forklar også hvordan du kan gå frem for å finne en mer korrekt verdi for kapasitansen. (Du skal ikke finne en mer korrekt verdi, men forklare hvordan du kan gå frem for å gjøre det).

Oppgave 16: Langsvarsoppgave 2a

En uendelig lang, rett leder ligger langs x-aksen i vakuum. Det går en strøm I gjennom lederen i positiv x-retning. Finn magnetfeltet, $\mathbf{B}(\mathbf{r})$.

Oppgave 17: Langsvarsoppgave 2b

Vi ser nå på en del av en krets: en rett leder i form av et linjestykke langs x-aksen fra $x = -a$ til $x = a$. Det går en strøm I i positiv x-retning. Finn magnetfeltet $\mathbf{B}$ i et punkt $(0, y, 0)$ langs y-aksen. Du kan anta at systemet er i vakuum. Vis at resultatet ditt stemmer med forrige oppgave når linjen blir svært lang.

Du vil i denne oppgaven kunne få bruk for integralet:

$$\int \frac{du}{(k^2 + u^2)^{3/2}} = \frac{u}{k^2\sqrt{k^2 + u^2}} + C \tag{1}$$

Oppgave 18: Langsvarsoppgave 2c

En lukket kvadratisk krets består av fire linjestykker. Linjestykke 1 fra $(-a, 0, 0)$ til $(a, 0, 0)$, linjestykke 2 fra $(a, 0, 0)$ til $(a, 2a, 0)$, linjestykke 3 fra $(a, 2a, 0)$ til $(-a, 2a, 0)$, og linjestykke 4 fra $(-a, 2a, 0)$ til $(-a, 0, 0)$. Det går en strøm I gjennom kretsen slik at I går i positiv x-retning langs linjestykke 1. Hva er magnetfeltet i punktet $(0, a, 0)$?