

# i Forside

Institutt for fysikk

**Eksamensoppgave i FY1003 Elektrisitet og Magnetisme**

**Eksamensdato:** 18. august, 2020

**Eksamenstid (fra-til):** 09:00 - 13:00

**Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:** A / Alle hjelpemidler tillatt

**Faglig kontakt under eksamen:** Jacob Linder

**Tlf.:** 951 73 515

**Teknisk hjelp under eksamen:** [NTNU Orakel](#)

**Tlf:** 73 59 16 00

## ANNEN INFORMASJON:

Gjør dine egne antagelser og presiser i besvarelsen hvilke forutsetninger du har lagt til grunn i tolkning/avgrensing av oppgaven. Faglig kontaktperson skal kun kontaktes dersom det er direkte feil eller mangler i oppgavesettet.

**Lagring:** Besvarelsen din i Inspira Assessment lagres automatisk. Jobber du i andre programmer – husk å lagre underveis.

**Juks/plagiat:** Eksamen skal være et individuelt, selvstendig arbeid. Det er tillatt å bruke hjelpemidler. Alle besvarelser blir kontrollert for plagiat.

**Kildehenvisninger:** Ikke nødvendig.

**Varslinger:** Hvis det oppstår behov for å gi beskjeder til kandidatene underveis i eksamen (f.eks. ved feil i oppgavesettet), vil dette bli gjort via varslinger i Inspira. Et varsel vil dukke opp som en dialogboks på skjermen i Inspira. Du kan finne igjen varselet ved å klikke på bjella øverst i høyre hjørne på skjermen. Det vil i tillegg bli sendt SMS til alle kandidater for å sikre at ingen går glipp av viktig informasjon. Ha mobiltelefonen din tilgjengelig.

**Vekting av oppgavene:** Flervalgs-oppgavene gir ulikt antall poeng, se hver oppgave. Langsvar-oppgavene gir ulikt antall poeng, se hver oppgave.

## OM LEVERING:

**Besvarelsen din leveres automatisk når eksamenstida er ute og prøven stenger**, forutsatt at minst én oppgave er besvart. Dette skjer selv om du ikke har klikket «Lever og gå tilbake til Dashboard» på siste side i oppgavesettet. Du kan gjenåpne og redigere besvarelsen din så lenge prøven er åpen. Dersom ingen oppgaver er besvart ved prøveslutt, blir ikke besvarelsen din levert.

**Trekk fra eksamen:** Ønsker du å levere blankt/trekke deg, gå til hamburgermenyen i øvre høyre hjørne og velg «Lever blankt». Dette kan ikke angres selv om prøven fremdeles er åpen.

**Tilgang til besvarelse:** Du finner besvarelsen din i Arkiv etter at sluttida for eksamen er passert.

1    **Oppgave 1 (1 poeng)**

En liten metallkule med positiv ladning +2Q føres gjennom et hull og inn i et metallskall som er ladd med positiv ladning +Q. Når kulen kommer i kontakt med det indre av metallskallet, vil kulens ladning:

**Velg ett alternativ:**

- ☐ Bli 3Q
- ☐ Bli 0
- ☐ Være avhengig av hvor stor kulen og metalskallet er
- ☐ Bli Q
- ☐ Bli 2Q

Maks poeng: 1

2    **Oppgave 2 (2 poeng)**

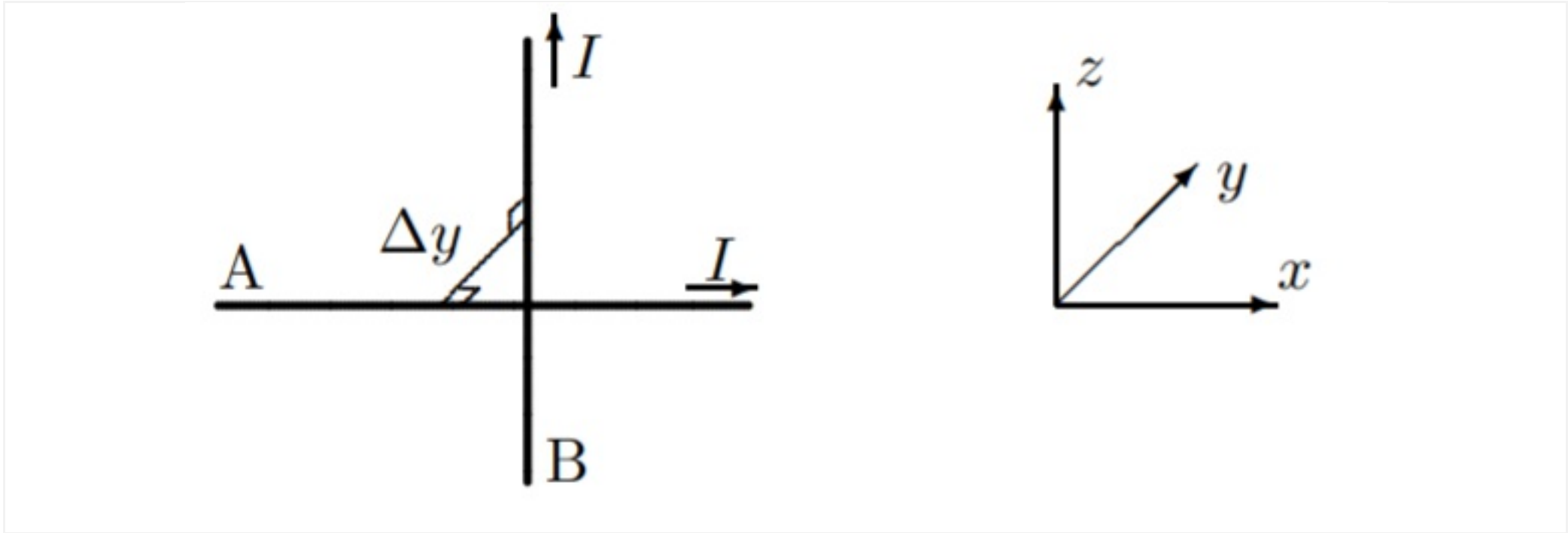
Hvilket av disse elektriske vektorfeltene er et mulig konservativt elektrostatisk felt i et tidsuavhengig system?

**Velg ett alternativ:**

- ☐  $\boldsymbol{E} = E_0 \left( \frac{z}{a} \hat{x} + \frac{z}{a} \hat{z} \right)$
- ☐  $\boldsymbol{E} = E_0 \frac{z}{a} \hat{x}$
- ☐  $\boldsymbol{E} = E_0 \left( \frac{x}{a} \hat{x} - \frac{z}{a} \hat{z} \right)$
- ☐  $\boldsymbol{E} = E_0 \left( \frac{x}{a} \hat{x} + \frac{x}{a} \hat{z} \right)$
- ☐  $\boldsymbol{E} = E_0 \frac{x}{a} \hat{z}$

Maks poeng: 2

3 Oppgave 3 (1 poeng)



En uendelig lang, rett leder A går i x-retning fører en strøm mot høyre som vist i figuren. En annen uendelig lang, rett leder B i z-retning fører strøm oppover. Se figuren. Ledningene ligger i en avstand  $\Delta y = 1\text{ m}$  på det nærmeste.

Hva er retningen til netto magnetisk kraft på ledning A?

Velg ett alternativ:

- ☐ Retning -z (nedover)
- ☐ Retning +x (mot høyre)
- ☐ Nettokraft er null
- ☐ Retning -x (mot venstre)
- ☐ Retning +z (oppover)

Maks poeng: 1

4 Oppgave 4 (1 poeng)

Hvilken av følgende påstander strider mot en av Maxwells likninger?

Velg ett alternativ:

- ☐ Ingen av disse påstandene strider mot noen av Maxwells likninger
- ☐ Netto elektrisk fluks gjennom en lukket overflate avhenger av ladningen omsluttet av overflaten
- ☐ Et tidsvarierende magnetisk felt produserer et elektrisk felt
- ☐ Et tidsvarierende elektrisk felt produserer et magnetisk felt
- ☐ Netto magnetisk fluks gjennom en lukket overflate avhenger av strømmen som går igjennom overflaten

Maks poeng: 1

5

Oppgave 5 (2 poeng)

En én-dimensjonal, uendelig lang stav er plassert i vakuum og har en ladningstetthet

$\lambda$   
. La

$v = (4\pi\epsilon_0)$

. Det elektriske feltet i en avstand

$r$

fra staven er:

Velg ett alternativ:

☐  $\lambda/rv$

☐  $4\pi\lambda/vr$

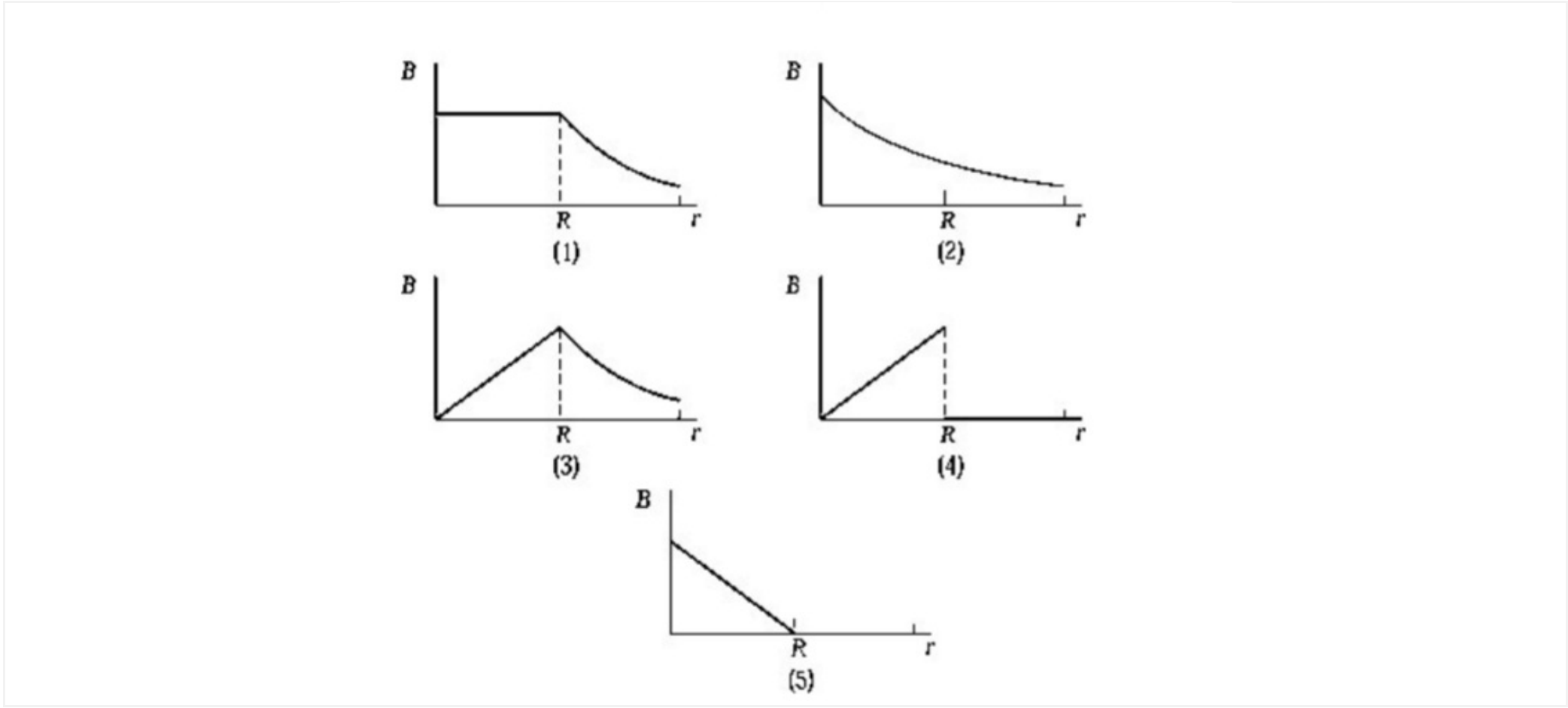
☐  $2\lambda/rv$

☐  $2\pi\lambda/vr^2$

☐  $\lambda/vr^2$

Maks poeng: 2

6 Oppgave 6 (1 poeng)



En ledning med radius  $R$  fører en strøm  $I$  som er uniformt fordelt over dets tverrsnitt. Grafen på figuren som best representerer magnetfeltet  $B(r)$  som funksjon av avstanden  $r$  fra sentrum av ledningen, er:

Velg ett alternativ:

- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 1
- ☐ 5
- ☐ 4

Maks poeng: 1

7      **Oppgave 7 (1 poeng)**

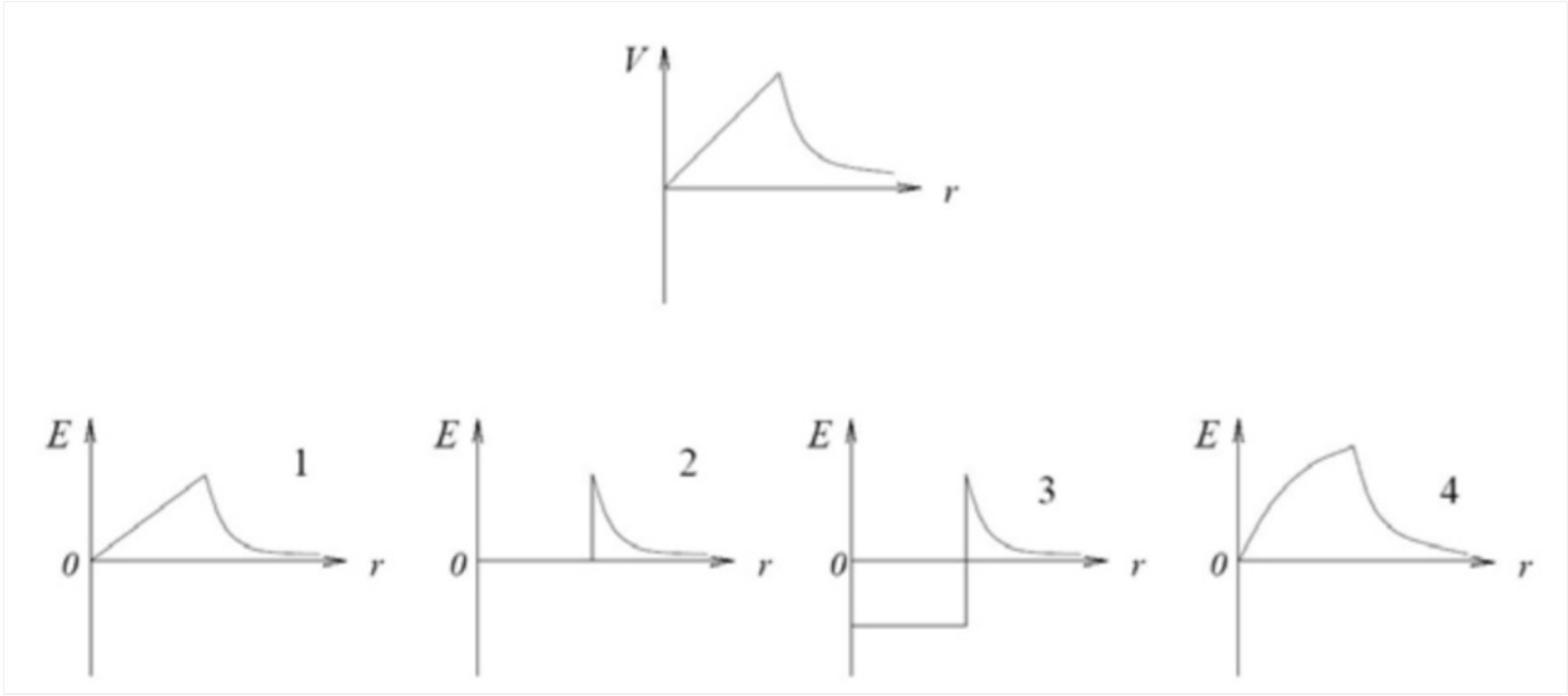
En ladd kondensator har til å begynne med et elektrisk felt  $E_0$  mellom platene og en spenning  $V_0$  over platene. Uten å koble til noen spenningskilde, setter vi inn et dielektrikum  $\epsilon_r > 1$  mellom platene. Det elektriske feltet og spenningen blir nå henholdsvis  $E_d$  og  $V_d$ . Hvilken av følgende utsagn er korrekt?

**Velg ett alternativ:**

- ☐  $E_d = E_0, V_d > V_0$
- ☐  $E_d > E_0, V_d > V_0$
- ☐  $E_d < E_0, V_d > V_0$
- ☐  $E_d > E_0, V_d = V_0$
- ☐  $E_d < E_0, V_d < V_0$

Maks poeng: 1

8 Oppgave 8 (1 poeng)



Hvis det elektriske potensialet  $V$  som funksjon av  $r$  er som vist i den øverste grafen, hvilken graf representerer da best den elektriske feltstyrken  $E$  som funksjon av  $r$ ?

Velg ett alternativ:

- ☐ 4
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 1
- ☐ Både 2 og 3 kan være riktig, avhengig av referansepunkt

Maks poeng: 1

9

Oppgave 9 (2 poeng)

En ladningsdistribusjon i rommet er beskrevet av følgende ladningstetthet

$\rho(r)$   
:

$\rho(r) = m(1 - r/3R)$  for  $r < 3R$

og  
 $\rho(r) = 0$   
for alle andre

$r$   
. Her er  
 $m$   
en negativ konstant. Følgende utsagn er da korrekt om styrken på det elektriske feltet:  
**Velg ett alternativ:**

☐  $E = \frac{Qr}{64\pi\epsilon_0 R^3} \left(4 - \frac{r}{R}\right)$  for  $r < 3R$  with  $Q = 3\pi mR^3$

☐  $E = \frac{Qr}{108\pi\epsilon_0 R^3} \left(4 - \frac{r}{R}\right)$  for  $r < 3R$  with  $Q = 9\pi mR^3$

☐  $E = \frac{Qr}{108\pi\epsilon_0 R^3} \left(3 - \frac{r}{R}\right)$  for  $r < 3R$  with  $Q = 8\pi mR^3$

☐  $E = \frac{Qr}{64\pi\epsilon_0 R^3} \left(4 - \frac{r}{R}\right)$  for  $r < 3R$  with  $Q = 9\pi mR^3$

☐  $E = \frac{Qr}{108\pi\epsilon_0 R^3} \left(4 - \frac{r}{R}\right)$  for  $r < 3R$  with  $Q = 6\pi mR^3$

Maks poeng: 2

10

Oppgave 10 (2 poeng)

Tre kondensatorer med kapasitanser

$C_2, C_1$  og  $C_2$

er koblet sammen i serie. En total spenningsforskjell  $V$  eksisterer over hele seriekoblingen. Total energi lagret på alle tre kondensatorene er da:

**Velg ett alternativ:**

☐  $\frac{1}{2}V^2(1/C_1 + 1/2C_2)^{-1}$

☐  $\frac{1}{2}V^2(1/C_1 + 1/C_2)^{-1}$

☐  $V^2(1/C_1 + 1/2C_2)^{-1}$

☐  $V^2(1/C_1 + 2/C_2)^{-1}$

☐  $\frac{1}{2}V^2(1/C_1 + 2/C_2)^{-1}$

Maks poeng: 2

11

Oppgave 11 (1 poeng)

Et magnetisk felt har formen  
 $B = g(y)\hat{y} + a_0\hat{z}$   
hvor  
 $a_0$   
er en negativ konstant. La  
 $c_1, c_2, c_3$   
være konstante koeffisienter. Den mest generelle formen som funksjonen  
 $g(y)$   
kan ha, er da:

Velg ett alternativ:

- ☐  $g(y) = c_1y$
- ☐  $g(y) = c_1y + c_2$
- ☐  $g(y) = c_1$
- ☐  $g(y) = c_1 + c_2y + c_3y^2$
- ☐  $g(y) = c_1y^2 + c_2y$

Maks poeng: 1

12

Oppgave 12 (2 poeng)

Du utgjør alene den fullstendige besetningen på romskipet Normandy som regelmessig utforsker  
asteroidebelter for å lete etter det verdifulle stoffet 'element zero'. Under et rutineoppdrag jobber du på utsiden  
av skipet når du plutselig oppdager at tauet som kobler deg sammen med skipet ved et uhell har blitt kuttet. Du  
befinner deg i en avstand på 11 m fra skipet og det eneste verktøyet du har til disposisjon er en 180 W  
lommelykt som avgir sinusoidale elektromagnetiske bølger med intensitet 130 W/m<sup>2</sup>  
. Lommelykten er en integrert del av romdrakten din.

Ved å skru på lommelykten (slik at lyset skinner vekk fra skipet) håper du på å kunne dytte deg selv tilbake til  
romskipet via bevarelse av bevegelsesmengde. Du har nok oksygen igjen i drakten for 9.5 timer. Vekten av  
deg og romdrakten til sammen er på 145 kg.

Mens dette dramaet utspiller seg, blir du minnet om din grunnleggende trening som astronaut og kurset du tok i  
elektrisitet og magnetisme. Du føler en plutselig trang til å beregne tidsmidlet verdi av absolutt-verdien til  
Poynting-vektoren som beskriver lyset lommelykten sender ut. I det du harmonisk svever rundt i  
verdensrommet, kommer du frem til at riktig svar for denne størrelsen må være (med enhet kg/s<sup>3</sup>):

Velg ett alternativ:

- ☐ 180/130
- ☐ 130
- ☐ 180/9.5
- ☐ 180
- ☐  $130 \times 9.5$

Maks poeng: 2

13

Oppgave 13 (2 poeng)

Et materiale eksisterer i et område uten magnetisk felt. Så påtrykker vi et konstant magnetisk felt i dette området.

Beskriv materialets magnetisme både *før* feltet påtrykkes og *etter* at feltet påtrykkes for følgende typer materialer. Skriv et par setninger om det fysiske opphavet til hvorfor magnetismen ser ut som den gjør i materialet *etter* at feltet påtrykkes for tilfelle 2) og 3) nedenfor.

- 1) Diamagneter
- 2) Ferromagneter
- 3) Paramagneter

Skriv ditt svar her

Format

**B**

*I*

U

$x_2$

$x^2$

$I_x$

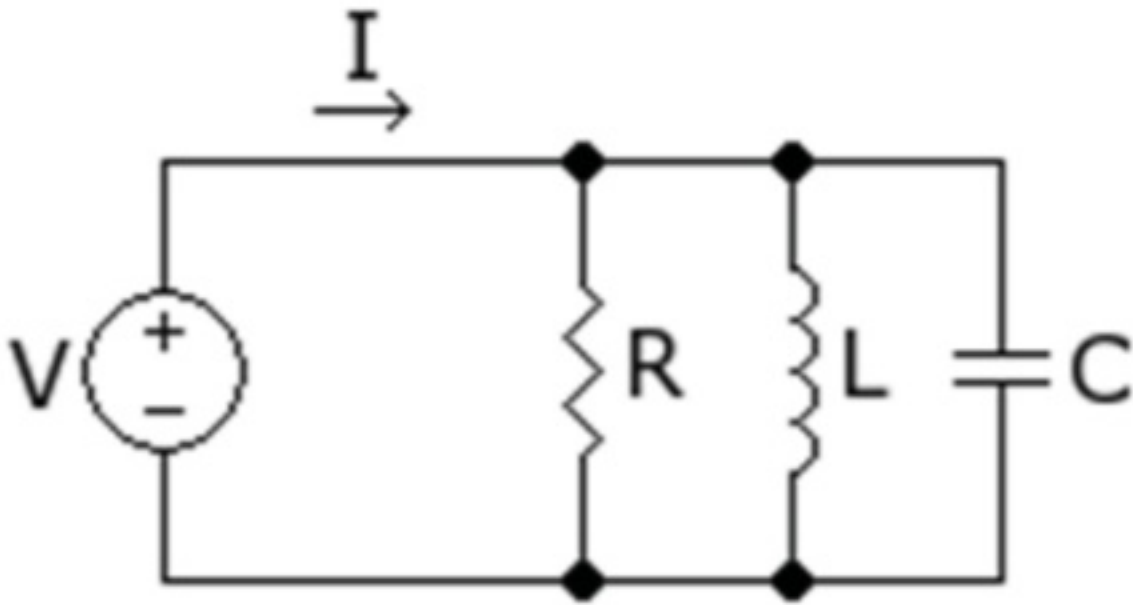
$\Omega$

$\Sigma$

Words: 0

Maks poeng: 2

14 Oppgave 14 (3 poeng)



**NB!** I denne oppgaven trenger du ikke å skrive ned alle mellomregningene du gjør for å finne sluttsvarene. Det holder at du forklarer tydelig med ord hvordan du går frem for å løse problemet og at du oppgir noen få sentrale likninger du bruker for å komme frem til sluttsvarene. Likningene for selve sluttsvarene skal føres inn.

Betrakt følgende elektriske krets hvor strømmen drives av en AC spenningskilde med amplitude  $V$  og frekvens  $\omega$ .

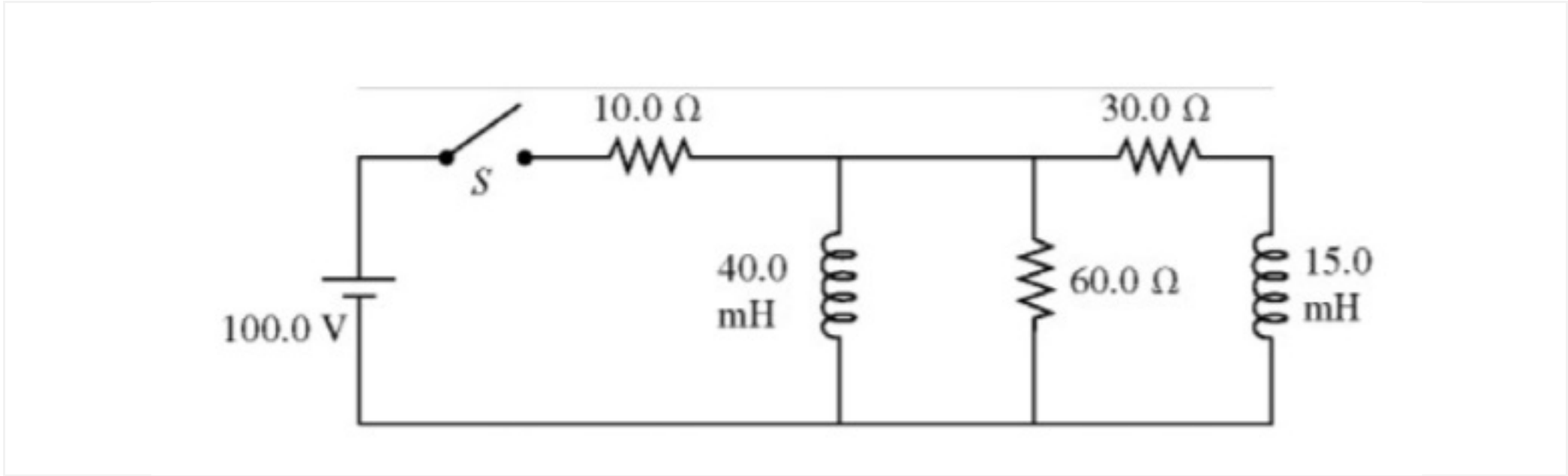
Bestem den totale impedansen til kretsen. Forklar hvordan du har brukt enten visere eller komplekse tall til å løse oppgaven.  
**Skriv ditt svar her**

Format | B | I | U | x<sub>2</sub> | x<sup>2</sup> | I<sub>x</sub> | [Copy] [Paste] | [Undo] [Redo] | [List] [List] | Ω | [Table] | [Pencil] | Σ | [X]

Words: 0

Maks poeng: 3

15 Oppgave 15 (2 poeng)



**NB! I denne oppgaven trenger du ikke å skrive ned alle mellomregningene du gjør for å finne sluttsvarene. Det holder at du forklarer tydelig med ord hvordan du går frem for å løse problemet og at du oppgir noen få sentrale likninger du bruker for å komme frem til sluttsvarene. Likningen for selve sluttsvaret skal føres inn.**

Anta at bryteren i kretsen som vises på figuren lukkes og deretter forblir lukket i veldig lang tid. Beregn potensialforskjellen over motstanden på 60 Ω

.  
**Skriv ditt svar her**

Format | B | I | U | x<sub>2</sub> | x<sup>2</sup> | I<sub>x</sub> | [copy] [paste] | [undo] [redo] [refresh] | [list] [list] | Ω | [table] | [pencil] | Σ | [x]

Words: 0

Maks poeng: 2



17 **Oppgave 17 (2 poeng)**

Forklar med både ord og et par likninger hvorfor magnetfeltet utenfor en ideell, uendelig lang solenoide er lik null. Du kan også lage noen enkle tegninger med funksjonen "Insert drawing" i Inspira uten å måtte laste opp separate filer.

Skriv ditt svar her

Format

**B**

*I*

U

$x_2$

$x^2$

$I_x$















$\Omega$





$\Sigma$



Words: 0

Maks poeng: 2

14/14