Side 1 av 1 skal påføres studentnummer og innleveres.

Ark nummer: ____________________

Studentnummer: ____________________

Studieretning: ____________________

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for fysikk

BOKMÅL
Side 1 av 1
(pluss VEDLEGG)

KONT.EKSAMEN I EMNE TFY4180 FYSIKK

Eksamensdato: Mandag 7. august 2006
Eksamenstid: 09:00 - 13:00

Faglig kontakt under eksamen: Institutt for fysikk, Arne Mikkelsen, tlf. 7359 3433
Vekttall: 2,5
Tillatte hjelpemidler (kode C):
Bestemt enkel godkjent kalkulator
Rottmann: Matematisk formelsamling (norsk eller tysk utgave).
Vedlagt formelliste (VEDLEGG C)

Sensurdato: Innen 28. august 2006.

Eksamenpapirene består av:

1. Førstesida (denne sida) som skal leveres inn som svar på flervalgsspørsmålene.
2. Ett sett med flervalgsspørsmål, Oppgave 1 (VEDLEGG A)
3. Tre "tradisjonelle oppgaver", Oppgaver 2-4 (VEDLEGG B)
4. Formelliste med aktuelle formler og konstanter (VEDLEGG C)

Prosenttallene i parantes etter hver oppgave angir hvor mye den i utgangspunktet vektlegges ved bedømmelsen. I de fleste tilfeller er det fullt mulig å løse etterfølgende punkter selv om et punkt foran skulle være ubesvart.

Noen generelle merknader:
- Symboler er angitt i kursiv (f.eks. V for potensial), mens enheter angis uten kursiv (f.eks. V for volt)
- $\hat{\mathbf{i}}$, $\hat{\mathbf{j}}$ og $\hat{\mathbf{k}}$ er enhetsvektorer i henholdsvis x-, y- og z-retning.
- Metall er synonymt med elektrisk leder. Isolator er synonymt med dielektrikum.
- Dersom ikke annet er oppgitt
  - antas det at systemet er i elektrostatisk likevekt,
  - er "potensial" underforstått "elektrostatisk potensial" og tilsvarende for "potensiell energi",
  - er nullpunkt for elektrostatisk potensial og potensiell energi valgt uendelig langt borte,
  - er Q, ρ og σ (uten indeks) fri ladning.

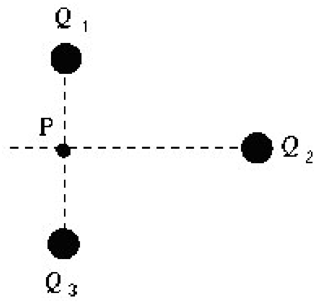
I flervalgsspørsmålene er kun ett av svarene rett. Du skal altså svare A, B, C, D eller E eller du kan svare blankt. Rett svar gir 5 p, galt svar eller flere svar gir -1 p, blank (ubesvart) gir 0 p.

Svar på flervalgsspørsmål i VEDLEGG A:
(Du kan alternativt skrive en egen tabell på eget ark.)

Spørsmål:	a	b	c	d	e	f	g	h
Svar:								

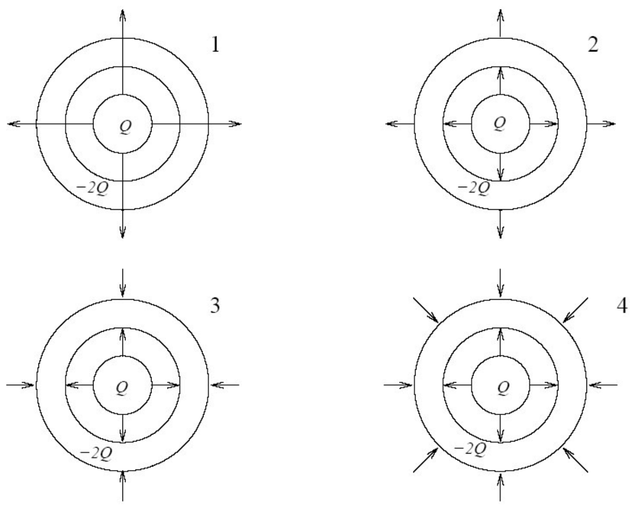
Oppgave 1. Flervalgsspørsmål (teller 20%)

a) Tre positive og like ladninger Q_1, Q_2 og Q_3 er plassert i hjørnene av en likebeint trekant som vist i figuren. Punktet P ligger på midtpunktet av linja mellom Q_1 og Q_3. Det elektriske feltet ved P er



A) null.
B) Ikke null og har retning fra P til Q_3.
C) Ikke null og har retning fra P til Q_2.
D) Ikke null og har retning fra Q_1 til Q_2.
E) Ingen av disse er rett.

b) Figuren viser en metallkule med netto positiv ladning Q omgitt av et luftlag, etterfulgt av et metallisk kuleskall med netto ladning $-2Q$. Hvilken figur angir da korrekt feltlinjer for $\vec{E}$?

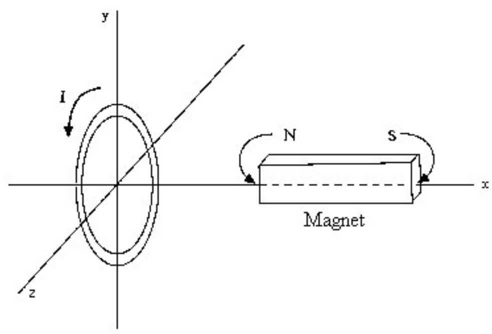


A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) Ingen av figurene

c) Ei kompassnål befinner seg i et homogent magnetisk felt med dens sydpol pekende i positiv retning av $\vec{B}$. Nettokraften på kompassnåla

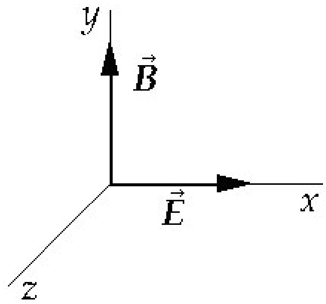
A) virker i samme retningen som $\vec{B}$.
B) virker i retning rett vinkel med $\vec{B}$.
C) virker i retning rett vinkel med planet gjennom $\vec{B}$ og kompassnåla.
D) virker i motsatt retning av $\vec{B}$.
E) er lik null.

d) En kopperring ligger i yz-planet som vist. Magnetens langakse N-S ligger langs x-aksen. Indusert strøm flyter i ringen som vist i figuren.



A) Magneten må bevege seg bort fra ringen.
B) Magneten må bevege seg mot ringen.
C) Magneten må bevege seg hverken fra eller mot ringen.
D) Det er ikke nødvendig at magneten beveger seg.
E) Magneten må holdes i ro for å opprettholde strømmen.

e) En positiv ladd partikkel beveger seg gjennom homogene (uniforme) felt $\vec{E}$ og $\vec{B}$, som er rettet i henholdsvis positiv x- og positiv y-retning. Hvis det er null resultantkraft på partikkelen må dens hastighet være i



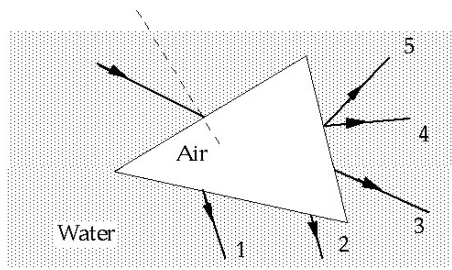
A) positiv x-retning,
B) positiv y-retning,
C) negativ x-retning,
D) positiv z-retning,
E) negativ z-retning.

f) En streng er oppstrammet mellom punktene 1 og 5. Når den vibrerer med andreharmoniske frekvens, vil den stående bølgen ha et knutepunkt (antinode) ved punktene

A) 1 og 5.
B) 1, 3, og 5.
C) 1 og 3.
D) 2 og 4.
E) 1, 2, 3, 4, og 5.

g) Et prisme av luft er nedsenket i vann. En lysstråle med monokromatisk lys treffer øvre kant av prismet som vist i figuren. Strålen kommer ut ved:

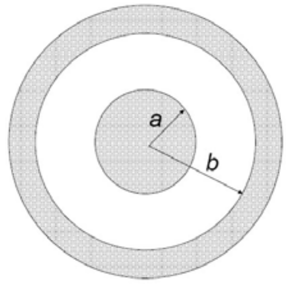
A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5



h) Hvilket av de følgende utsagn er *ikke* sant?

A) Både $\vec{B}$- og $\vec{E}$-komponentene til en elektromagnetisk bølge tilfredsstiller bølgelikningen.
B) Elektromagnetiske bølger er transverselle bølger.
C) Lysfarten til en elektromagnetisk bølge i vakuum er gitt av $\sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}}$.
D) Absoluttverdien til $\vec{E}$ er større enn $\vec{B}$ med en faktor c.
E) $\vec{E}$ og $\vec{B}$ er gjensidig 90° ute av fase i en elektromagnetisk bølge i vakuum.

Oppgave 2. Elektrostatikk (teller 25%)



En sylinderkondensator (koaksialkabel) består av en innerleder med radius a og en ytterleder med indre radius b, som vist i figuren. Tykkelsen av ytterlederen har ingen betydning. Mellom lederne er det vakuum. Lengden (ℓ) av kondensatoren er så stor at vi kan se bort fra effekter nær endene. Innerlederen har elektrisk ladning per lengdeenhet lik $+\lambda$ og ytterlederen ladning $-\lambda$. Ytterlederen har potensial $V(b) = 0$.

a) Vis at den elektriske feltstyrken $\vec{E}(r)$ kan uttrykkes

$$\vec{E}(r) = \vec{E}_0/r$$

og finn uttrykk for $\vec{E}_0$ for alle deler av rommet.

b) Finn potensialet $V(a)$ for innerlederen. Oppgitt at $\lambda > 0$, er $V(a)$ positiv eller negativ?

c) Finn den lagrede elektrostatiske energien W' per lengdeenhet.

d) Mellomrommet mellom lederne fra a til b fylles nå med en romladning $\rho(r)$, slik at potensialet mellom lederne ikke lenger er som ovenfor, men gitt av:

$$V(r) = V_0 \frac{b-r}{b-a}\,.$$

Potensialet varierer altså lineært fra $V(a) = V_0$ til $V(b) = 0$. Mellomrommet fra a til b har permeabilitet ϵ_0. Ladning per lengdeenhet på ytterleder og innerleder er nå ikke gitt (og du trenger heller ikke bestemme disse).

Finn uttrykk for den elektriske feltstyrken $E(r)$ mellom lederne og finn romladningen $\rho(r)$.

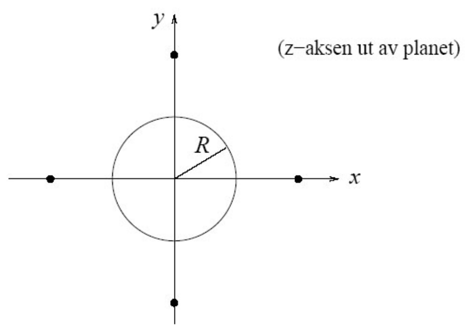
Oppgave 3. Magnetisme (teller 25%)

En tilnærmet uendelig lang og rett sylinderformet leder med radius R fører en elektrisk strøm som ikke varierer med tida. Strømtettheten (strøm per flateenhet) i lederen avtar lineært med avstanden r fra lederens senterakse:

$$\vec{J}(r) = J_0 \left(1 - \frac{r}{R}\right) \hat{\mathbf{k}}$$

Vi har med andre ord valgt koordinatsystem slik at lederens senterakse sammenfaller med z-aksen, og slik at strømmen går i positiv z-retning.

a) Finn uttrykk for total strøm I_0 i lederen.



Figuren til høyre er et snitt gjennom lederen i xy-planet, slik at strømmen I kommer opp av planet.

b) Tegn vektorer som illustrerer magnetfeltet $\vec{B}$ i de fire angitte punktene i avstand $2R$ fra senteraksen på henholdsvis positiv og negativ x- og y-akse.

c) Bruk Amperes lov til å finne uttrykk for magnetfeltet $B_{\mathrm{u}}(r)$ utenfor den strømførende lederen ($r > R$).

d) Magnetfeltet inni den strømførende lederen ($r < R$) er oppgitt til å være

$$B_{\mathrm{i}}(r) = C_1 \cdot r + C_2 \cdot r^2\,.$$

Bruk Amperes lov til å bestemme konstantene C_1 og C_2. Finn også tallverdier (med enhet) når $J_0 = 5,00 \cdot 10^4\,\mathrm{A/m^2}$ og $R = 1,00$ cm.

Oppgave 4. Magnetisk induksjon (teller 15%)

Den rette lederen i foregående oppgave fører nå en *tidsavhengig* (og fremdeles sylindersymmetrisk) strøm

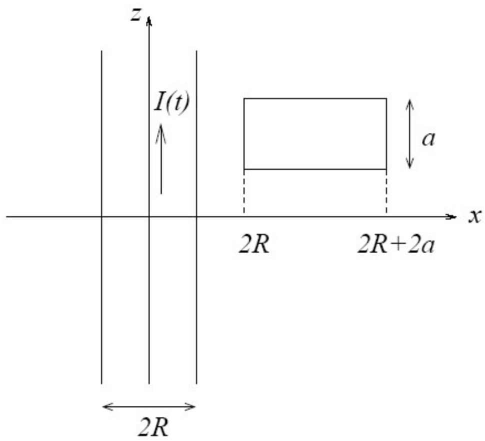
$$I(t) = I_0 \cos \omega t\,.$$

Resulterende magnetfelt utenfor lederen ($r > R$) oppgis å være på formen

$$B_{\rm u}(r,t) = C \cdot \frac{I(t)}{r}$$

der r er avstanden fra lederens senterakse og C en (ny) konstant.

En rektangulær ledersløyfe med sidekanter a og $2a$ ligger i xz-planet, som vist i figuren til høyre.



Bruk Faradays induksjonslov til å finne uttrykk for den elektromotoriske spenningen $\mathcal{E}(t)$ som induseres i den rektangulære ledersløyfa som følge av strømmen $I(t)$ i den rette lederen. Konstanten C kan inngå i uttrykket.

Oppgave 5. Bølger (teller 15%)

En stemmegaffel svinger med fast frekvens $f = 400$ Hz og settes i kontakt med en strekt streng. Svingningene i stemmegaffelen genererer transversale vandrebølger i strengen med en amplitude på 0,50 mm og samme frekvens som stemmegaffelen. Strengen har en lineær massetetthet på $\mu = 10,0$ g/m og er under et strekk på 1,00 kN. Anta at strengen er så lang at vi kan se bort fra reflektert bølge fra endene.

a) Bruk formel oppgitt på formelarket til å finne bølgehastigheten i strengen.

b) Hva er vinkelfrekvensen, bølgelengden og bølgetallet til bølga?

c) Skriv ned en bølgefunksjon $y(x,t)$ som kan beskrive bølga. Sett inn aktuelle tallverdier.

FORMELLISTE.
Formlenes gyldighetsområde og de ulike symbolenes betydning antas å være kjent. Symbolbruk som i forelesningsnotatene. Lista "Størrelser og enheter" inneholder også mange definisjoner.

Fysiske konstanter:

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{F/m}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,\mathrm{H/m}$ $e = 1,61 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}$ $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg}$

$g = 9,81\,\mathrm{m/s^2}$ $N_\mathrm{A} = 6,02 \cdot 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$ $c_0 = 2,998 \cdot 10^8\mathrm{m/s}$

Elektromagnetisme:

(Q, ρ og σ uten indeks viser til *frie* ladninger. Q_b, ρ_b og σ_b er bundet ladning)

Coulombs lov: $\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon}\frac{q_1 q_2}{r^2}\,\hat{\mathbf{r}}$ $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon}\frac{q}{r^2}\,\hat{\mathbf{r}}$

Gauss' lov integralform: $\oint \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = Q$ $\oint \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = Q/\epsilon$ $\oint \vec{P}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = -Q_\mathrm{b}$ $\oint \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = 0$

Gauss' lov differensialform: $\mathrm{div}\vec{D} = \rho$ $\mathrm{div}\vec{E} = \rho/\epsilon$ $\mathrm{div}\,\vec{P} = -\rho_\mathrm{b}$ $\mathrm{div}\vec{B} = 0$

Fluks: $\Phi = \int \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$ $\Phi_E = \int \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$ $\Phi_B = \int \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$

Amperes lov: $\oint \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = \mu_0\left(I_c + \epsilon_0\frac{\partial \Phi_E}{\partial t}\right)$ $\oint \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = I_c + \frac{\partial \Phi}{\partial t}$ $\mathrm{curl}\,\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Faradays lov: $\mathcal{E} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} = -L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$ $\oint \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t}$ $\mathrm{curl}\,\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

Maxwells likninger: $\mathrm{div}\vec{D} = \rho$ $\mathrm{div}\vec{B} = 0$ $\mathrm{curl}\,\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ $\mathrm{curl}\,\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Elektrisk dipolmoment: $\vec{p} = q\vec{d}$ (fra − til +) Polarisering: $\vec{P} = \frac{\sum \vec{p}}{V}$

Magnetisk moment: $\vec{\mu} = I\vec{A}$ Magnetisering: $\vec{M} = \frac{\sum \vec{\mu}}{V}$

$\vec{D} = \epsilon_0\vec{E} + \vec{P} = \epsilon\vec{E} = \epsilon_\mathrm{r}\epsilon_0\vec{E}$ $\vec{P} = \chi_\mathrm{e}\epsilon_0\vec{E}$ $\epsilon_\mathrm{r} = 1 + \chi_\mathrm{e}$

$\vec{B} = \mu_0\vec{H} + \mu_0\vec{M} = \mu\vec{H} = \mu_\mathrm{r}\mu_0\vec{H}$ $\vec{M} = \chi_\mathrm{m}\vec{H}$ $\mu_\mathrm{r} = 1 + \chi_\mathrm{m}$

Elektrisk potensial: $V_a - V_b = -\int_b^a \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{s}$, $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$,

Energi og energitetthet: $U = \frac{1}{2}\int V\mathrm{d}q$ Elektrisk: $u = \frac{1}{2}\vec{D}\vec{E}$ Magnetisk: $u = \frac{1}{2}\vec{B}\vec{H}$

Kondensatorer: $C = \frac{Q}{V}$ Kulekondensator: $C = 4\pi\epsilon_0 R$ Energi: $U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2$

Platekondensator: $C = \epsilon\frac{A}{d}$ Parallellkopling: $C = \sum_i C_i$ Seriekopling: $\frac{1}{C} = \sum_i \frac{1}{C_i}$

Kraft på strømførende leder: $\mathrm{d}\vec{F} = I\mathrm{d}\vec{s}\times \mathrm{d}\vec{B}$ Lorentzkrafta: $\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v}\times\vec{B}\right)$

Biot-Savarts lov: $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\,\vec{v}\times\hat{\mathbf{r}}}{r^2}$ $\mathrm{d}\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\mathrm{d}\vec{s}\times\hat{\mathbf{r}}}{r^2}$

H-felt rundt ∞ lang leder: $H_\theta = \frac{I}{2\pi r}$ H-felt i lang, tynn solenoide: $H = I\cdot n = I\cdot\frac{N}{\ell}$

Ohms lov: $V = RI\,, \quad \sigma\vec{E} = \vec{J}$ Spoler: $L = N\dfrac{\Phi_B}{I} \qquad U = \dfrac{1}{2}LI^2$

Lenz lov: En indusert strøm er alltid slik at den forsøker å motvirke forandringen i den magnetiske fluks som er årsak til strømmen.

(Formler om magnetiske kretser tas ikke med da det ikke gis til eksamen)

Bølger:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - v^2\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0 \qquad y(x,t) = f(x \pm vt)$$

Vandrebølge i $\pm x$-retning: $y(x,t) = y_0 \sin(kx \mp \omega t)$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad v = \pm\frac{\omega}{k} = \pm\frac{\lambda}{T} = \pm\lambda f\,, \quad \text{med } f = \omega/(2\pi)$$

Standbølge: $y(x,t) = \dfrac{1}{2}y_0\sin(kx+\omega t) + \dfrac{1}{2}y_0\sin(kx-\omega t) = y_0\sin(kx)\cos(\omega t)\,, \qquad L = n\cdot\dfrac{\lambda}{2}, \quad f_n = n\cdot\dfrac{v}{2L}$

Streng: $v = \sqrt{\dfrac{F}{\mu}}$ hvor $\mu = \dfrac{\Delta m}{\Delta \ell}$

Elektromagnetiske bølger, f.eks. : $\vec{E}(x,t) = E_0\,\hat{\mathbf{j}}\cos(kx \pm \omega t) \qquad \vec{B}(x,t) = B_0\,\hat{\mathbf{k}}\cos(kx \pm \omega t)$

$E_0 = \mp c\cdot B_0 \quad c = \sqrt{\dfrac{1}{\mu\epsilon}}$ Poyntingvektoren: $\vec{S}(x,t) = \vec{E}(x,t)\times\vec{H}(x,t)$ Strålingstrykk: $\langle\vec{S}\rangle/c$

Energitetthet og intensitet: $u = |\vec{S}|/c \quad (\mathrm{J/m^3}) \qquad I = \langle|\vec{S}|\rangle \quad (\mathrm{W/m^2})$

Diffraksjon og interferens: $I = I_0\left[\dfrac{\sin(\beta/2)}{\beta/2}\right]^2\cdot\left[\dfrac{\sin(N\phi/2)}{\sin(\phi/2)}\right]^2$ med $\beta = \dfrac{2\pi a}{\lambda}\sin\theta, \quad \phi = \dfrac{2\pi d}{\lambda}\sin\theta$

Snells lov: $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$ med $n_i = c_0/c_i$

Nablaoperatoren:

Kartesiske koordinater (x, y, z)*, med enhetsvektorer henholdsvis* $\hat{\mathbf{i}}$, $\hat{\mathbf{j}}$ *og* $\hat{\mathbf{k}}$*:*

$$\mathrm{grad} V = \vec{\nabla} V = \hat{\mathbf{i}}\,\frac{\partial V}{\partial x} + \hat{\mathbf{j}}\,\frac{\partial V}{\partial y} + \hat{\mathbf{k}}\,\frac{\partial V}{\partial z}$$

$$\mathrm{div} \vec{D} = \vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z}$$

$$\vec{\nabla}^2 V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}$$

$$\mathrm{curl}\, \vec{D} = \vec{\nabla} \times \vec{D} = \begin{vmatrix} \hat{\mathbf{i}} & \hat{\mathbf{j}} & \hat{\mathbf{k}} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ D_x & D_y & D_z \end{vmatrix}$$

Sylinderkoordinater (r, ϕ, z)*, med enhetsvektorer henholdsvis* $\hat{\mathbf{r}}$, $\hat{\phi}$ *og* $\hat{\mathbf{k}}$:

$$\vec{\nabla} V = \hat{\mathbf{r}}\,\frac{\partial V}{\partial r} + \hat{\phi}\,\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \phi} + \hat{\mathbf{k}}\,\frac{\partial V}{\partial z}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r D_r) + \frac{1}{r}\frac{\partial D_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial D_z}{\partial z}$$

$$\vec{\nabla}^2 V = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}$$

Kulekoordinater (r, θ, ϕ)*, med enhetsvektorer henholdsvis* $\hat{\mathbf{r}}$, $\hat{\theta}$, $\hat{\phi}$:

$$\vec{\nabla} V = \hat{\mathbf{r}}\,\frac{\partial V}{\partial r} + \hat{\theta}\,\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \theta} + \hat{\phi}\,\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial V}{\partial \phi}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 D_r\right) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}(D_\theta \sin\theta) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial D_\phi}{\partial \phi}$$

$$\vec{\nabla}^2 V = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2\sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}\left(\sin\theta\frac{\partial V}{\partial \theta}\right) + \frac{1}{r^2\sin^2\theta}\frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2}$$

Dekadiske prefikser:

Symbol	Navn	Tallverdi
E	exa	10^{18}
P	peta	10^{15}
T	tera	10^{12}
G	giga	10^{9}
M	mega	10^{6}
K	kilo	10^{3}
h	hekto	10^{2}
da	deka	10^{1}
d	desi	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	mikro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	piko	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}

Greske bokstaver:

Navn	Stor	Liten
alfa	A	α
beta	B	β
gamma	Γ	γ
delta	Δ	δ
epsilon	E	ϵ, ε
zeta	Z	ζ
eta	H	η
theta	Θ	θ, ϑ
iota	I	ι
kappa	K	κ
lambda	Λ	λ
my	M	μ
ny	N	ν
ksi	Ξ	ξ
omikron	O	o
pi	Π	π, ϖ
rho	P	ρ, ϱ
sigma	Σ	σ, ς
tau	T	τ
ypsilon	Υ	υ
phi	Φ	ϕ, φ
khi	X	χ
psi	Ψ	ψ
omega	Ω	ω

Størrelse		**SI-enhet**	
Navn	**Symbol og def.**	**Symbol**	**Navn**
elektrisk feltstyrke	$\vec{E} = \vec{F}/q$	$\mathrm{V/m = N/C}$	
elektrisk potensial	V	$\mathrm{V = J/C = kg\,m^2 s^{-3} A^{-1}}$	volt
elektrisk flukstetthet	$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$	$\mathrm{C/m^2}$	
elektrisk polarisering	$\vec{P} = \chi_e \epsilon_0 \vec{E}$	$\mathrm{C/m^2}$	
elektrisk ladning	Q, q	$\mathrm{C = As}$	coulomb
elektrisk ladningstetthet; rom-	ρ	$\mathrm{C/m^3}$	
flate-	σ	$\mathrm{C/m^2}$	
linje-	λ	$\mathrm{C/m}$	
elektrisk dipolmoment	$\vec{p} = q\vec{d}$	Cm	
fluks til E-feltet	$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{A}$	$\mathrm{Vm = Nm^2 C^{-1}}$	
elektrisk fluks	$\Phi = \int \vec{D} \cdot \mathrm{d}\vec{A}$	C	
permittivitet	ϵ	$\mathrm{F/m}$	
relativ permittivitet	$\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$	1	
elektrisk suceptibilitet	$\chi_e = \epsilon_r - 1$	1	
elektromotorisk spenning, el.m.kraft (ems)	$\mathcal{E}, \mathcal{U}$	V	
elektrisk strøm	I, i	A	ampere
elektrisk strømtetthet	$\vec{J}, \vec{j}$	$\mathrm{A/m^2}$	
elektrisk potensialdifferanse, spenning	U, V	V	
kapasitans	$C = Q/V$	$\mathrm{F = A\,s\,V^{-1}}$	farad
magnetisk feltstyrke	$\vec{H}$	$\mathrm{A/m}$	
magnetisk fluks	$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{A}$	$\mathrm{Wb = Vs}$	weber
magnetisk flukstetthet	$\vec{B} = \mu \vec{H}$	$\mathrm{T = Wb/m^2 = NA^{-1}m^{-1}}$	tesla $=10^4$gauss
magnetisering	$\vec{M} = \chi_m \vec{H}$	$\mathrm{A/m}$	
permeabilitet	μ	$\mathrm{H/m = Tm/A = VsA^{-1}m^{-1}}$	
relativ permeabilitet	$\mu_r = \mu/\mu_0$	1	
magnetisk suceptibilitet	$\chi_m = \mu_r - 1$	1	
magnetisk moment	$\vec{m}, \vec{\mu}$	$\mathrm{A\,m^2}$	
magnetisk dreiemoment	$\vec{\tau} = \vec{T} = \vec{\mu} \times \vec{B}$	$\mathrm{A\,T\,m^2 = Nm}$	
intensitet	I	$\mathrm{W/m^2}$	
induktans	L	$\mathrm{H = VsA^{-1}}$	henry
resistans	R	$\Omega = \mathrm{VA^{-1}}$	ohm
resistivitet	ρ	$\Omega\mathrm{m}$	
konduktivitet	$\sigma = 1/\rho$	$(\Omega\,\mathrm{m})^{-1}$	
impedans	Z	Ω	
magnetomotorisk spenning (mmf)	$\mathcal{F}_m$	A	
reluktans	$\Re$	$\mathrm{H^{-1}}$	
poyntingvektoren	$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$	$\mathrm{W/m^2}$	
masse	m	kg	kilogram
hastighet	v	$\mathrm{m/s}$	
kraft	$\vec{F}$	$\mathrm{N = kg\,m\,s^{-2}}$	newton
trykk	p	$\mathrm{Pa = N\,m^{-2}}$	pascal
arbeid, energi	E, W	$\mathrm{J = Nm}$	joule
effekt	P	$\mathrm{W = J/s}$	watt
vinkel	$\alpha, \theta, \gamma, \ldots$	rad	radian
vinkelfrekvens	ω	rad/s	
romvinkel	Ω	sr	steradian
lengde	l	m	meter
areal	A	$\mathrm{m^2}$	
volum	V	$\mathrm{m^3}$	
tid	t	s	sekund
frekvens	f	$\mathrm{Hz = 1/s}$	hertz
bølgelengde	λ	m	
bølgetall	$k = 2\pi/\lambda$	$\mathrm{1/m}$	