

Institutt for fysikk

Kontinuasjoneksamensoppgave i TFY4120 Fysikk

Faglig kontakt under eksamen: Ragnvald Mathiesen

Tlf.:97692132

Eksamensdato: 07.08.2013

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

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: Kode C:

Typegodkjent kalkulator, med tomt minne

K. Rottmann: Matematisk Formelsamling

S. Barnett & T.M. Cronin: Mathematical Formulae

Annen informasjon:

Side 2 skal leveres inn som svar på flervalgsoppgaven (Oppgave 5).

Oppgavetekst, oppgave1-5

side 2-7

Vedlegg A: Symbooliste for emne TFY4120

side 8

Vedlegg B: Formelark for emne TFY4120

side 9

Hvert delspørsmål a) b) etc. i de vanlige oppgavene 1-4 teller likt, med til sammen 80 % for alle 12 delspørsmål. Oppgave 5 teller 20%. I besvarelse av flervalgsoppgaver skal bare ett svaralternativ angis. Riktig svar gir 1 poeng, feil svar 0 poeng.

Målform/språk: Bokmål

Antall sider: 9

Antall sider vedlegg: 2

Kontrollert av:

Dato

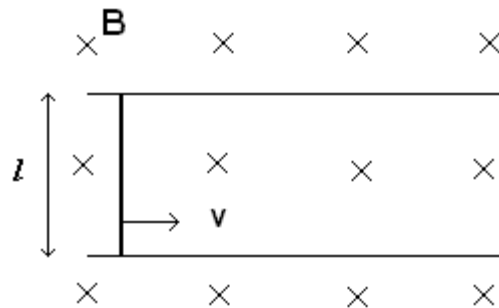
Sign

Svar på flervalgsspørsmål i Oppgave 5
(riv av denne siden og lever den sammen med besvarelsen)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Oppgave 1. Induksjon

En lukket strømsløyfe plasseres i et homogent magnetfelt med størrelsen $B=0.3$ T. Strømsløyfa består av to parallelle ledende skinner, forbundet i høyre endepunkter med et rett lederstykke. På motsatt side er skinnene i kontakt gjennom en ledende stav som beveges med en konstant hastighet $v=10$ m/s mot høyre i figuren. Avstanden mellom skinnene er $l=1.0$ m. Dårlig kontakt mellom stav og skinner forårsaker en motstand i strømsløyfa på $R=5.0$ Ω .



- Vis at den induserte strømmen i sløyfen er 0.6 A. Angi strømmens retning, samt retningen av magnetfeltet som forårsaker av den induserte strømmen.
- Magnetfeltet påvirker staven med en kraft. Finn størrelse og retning av denne kraften.

Oppgave 2. Elektrostatikk

En veldig lang ledende Cu-tråd med radius $r_1=2.0$ mm er omgitt av en konsentrisk tynn koppersylinder med radius $r_2=20$ mm. Koppertråden er på et potensiale av størrelse +1000 volt relativt til jord (referansepotensial på 0 V). Koppertrådens (kontinuerlige) overflateladningstetthet angis med σ (Coulomb per m^2).

- Finn et uttrykk for linjeladningstettheten λ (Coulomb per m) i koppertråden basert på størrelsene angitt i oppgaveteksten. Bestem deretter λ også for innsiden og utsiden av den ytre sylinderen. (Hint: Regn på et stykke av tråden med lengde L)

b) Utled et uttrykk for det elektriske feltet $E(r)$ mellom Cu-tråden og cylinderen. Hva kan du si om retning av feltet? (Begrunn svaret).

c) Utled et uttrykk for potensialforskjellen mellom Cu-tråden og cylinderen.

d) Finn kapasitansen per lengdeenhet for systemet. Bestem tilslutt tallverdiene til linjeladningstettheten λ , og kapasitansen C per lengdeenhet. Permittiviteten $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.

Oppgave 3. Likestrømskretser

Et batteri med elektromotorisk spenning (ems) ϵ og indre motstand R_i er forbundet med en ytre motstand R_y .

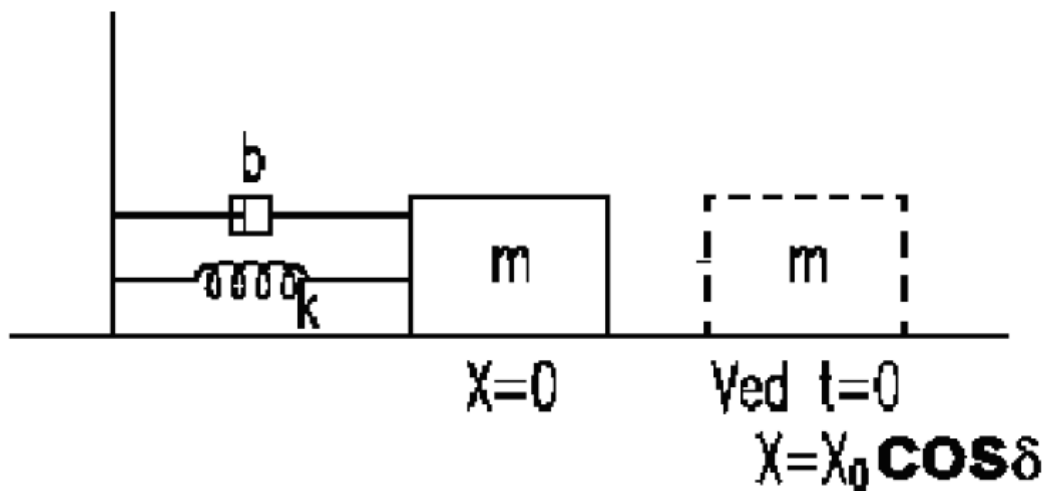
a) Vis at spenningsfallet V_y over R_y kan skrives som $V_y = \epsilon R_y / (R_i + R_y)$.

b) Vis at effekten P_y som avsettes i R_y er maksimal når $R_y = R_i$. Angi maksimalverdien, sammenlign resultatet med den effekten som produseres i batteriet, og gjør et effektregnskap for hele kretsen.

Den ytre motstanden er laget av en konstantantråd med diameter $d=1,0 \text{ mm}$ og resistivitet $\rho = 49 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$. Den indre motstand i batteriet er $R_i=0,25 \Omega$. Hint: $R = \rho L/A$.

c) Finn konstantantrådens lengde når den avsatte effekten skal være maksimal.

Oppgave 4. Svingesystemer



Figuren viser en kloss med masse m som beveger seg friksjonsfritt på et horisontalt underlag. Klossen er festet til en vegg med en horisontal masseløs fjær med fjærkonstant k , og i tillegg et dempeledd med lineær dempingskonstant b .

a) Vis ved hjelp av kraftbalanse med Newtons andre lov at differensialligningen som beskriver klossens utsving $x(t)$ fra likevektsposisjonen $x=0$, kan skrives som:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -b \frac{dx}{dt} - kx \quad (1)$$

Identifiser hvert ledd i denne ligningen, og forklar fortegnene foran hvert ledd.

b) Ved innsetting kan en vise at en løsning som tilfredsstillers ligning (1), er:

$$x(t) = x_0 e^{-t/2\tau} \cos(\omega' t + \delta) \quad (2)$$

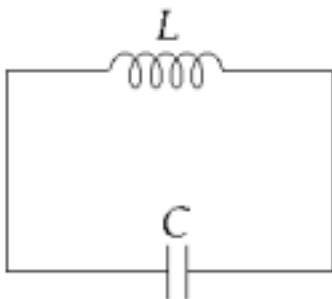
hvor $\tau = m/b$, $\omega_0 = (k/m)^{1/2}$, og $\omega' = \omega_0 [1 - (2\omega_0\tau)^{-2}]^{1/2}$.

Hva er enhetene for henholdsvis x , k , b , τ , ω' og ω_0 ? (Bruk SI-standarder)

c) Redegjør kort for fire mulige tilfeller: $b = 0$, $b \ll 2m\omega_0$, $b = 2m\omega_0$, $b \gg 2m\omega_0$, og tegn grafer som viser $x(t)$ for hvert av de fire tilfellene. Angi punktet $t_0 = T_0 = 2\pi/\omega_0$ på tidsaksen for hver av grafene for å lette sammenligningen mellom kurvene.

Oppgave 5. 10 flervalgsspørsmål

1)



Differensialligningen for den viste kretsen er

$$L \frac{dI}{dt} + Q/C = 0$$

Løsning av differensialligningen gir at strømmen i kretsen

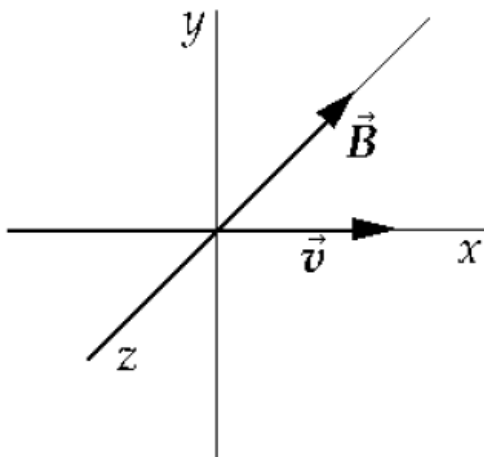
- A) Er konstant
- B) Avtar eksponensielt
- C) Øker eksponensielt
- D) Svinger som en harmonisk oscillator
- E) Ingen av svaralternativene er korrekte

2) Dersom du halverer frekvensen i vekselstrømkretsen under, vil induktansen



- A) Forbli uendret
- B) Øke med en faktor 2
- C) Avta med en faktor 2
- D) Øke med en faktor 4
- E) Avta med en faktor 4

3)



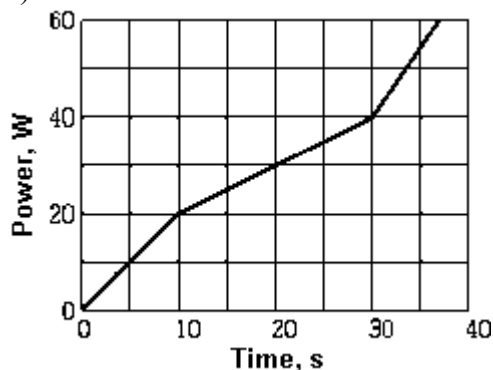
En negativt ladet partikkel beveger seg med hastighet $v \cdot \hat{i}$ langs x -aksen. Et magnetfelt $-B \cdot \hat{k}$ er rettet langs negativ z -akse. Du ønsker å balansere den magnetiske krafta på partiklen med et elektrisk felt, slik at partiklen beveger seg rettlinjet. Det elektriske feltet må være rettet

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

4) På månen vil vekten av et legeme være $1/6$ av hva den er på jorden. Et legeme som beveger seg med en gitt hastighet på månen vil derfor ha en kinetisk energi tilsvarende _____ det ville hatt på jorden under bevegelse med samme hastighet.

- A) den kinetiske energien
- B) $1/36$ av den kinetiske energien
- C) $1/6$ av den kinetiske energien
- D) 6 ganger den kinetiske energien
- E) 36 ganger den kinetiske energien

5)



En motor yter effekt som vist i grafen. Energien som brukes av motoren i tidsintervallet fra 10 til 30 s er

- A) 0.80 kJ
- B) 0.60 kJ
- C) 0.20 kJ
- D) 1.2 J
- E) 1.0 J

6) Hvilket av følgende utsagn er USANT ?

(μ_k = kinematisk friksjonskoeffisient, μ_s = statisk friksjonskoeffisient)

- A) Friksjonskrefter og normalkrefter representerer begge kontaktkrefter mellom objekter som er i berøring med hverandre
- B) $\mu_k \leq \mu_s$.
- C) I realiteten er μ_k avhengig av den relative hastigheten mellom kontaktflatene. $\mu_k \approx$ konstant er en tilnærming som kan benyttes over et avgrenset hastighetsområde.
- D) μ_k og μ_s avhenger av kontaktflatenes beskaffenhet (ruhet, materialer, osv.)
- E) μ_k og μ_s avhenger av kontaktflatens utstrekning.

7. Et av følgende utsagn inneholder alle essensielle elementer dekket gjennom Newtons første lov. Hvilken?

- A) For enhver kraft finnes en like stor, motsatt rettet kraft.
- B) Akselerasjonen til et legeme er proporsjonalt med kraften som virker på det.
- C) Et statisk legeme forblir i ro, medmindre det blir påvirket av en netto ytre kraft.
- D) Et legeme forblir i ro eller i rettlinjet bevegelse med konstant hastighet så lenge netto kraft som påvirker legemet er konstant.
- E) Et legeme forblir i ro eller i rettlinjet bevegelse med konstant hastighet, medmindre det blir påvirket av en netto ytre kraft.

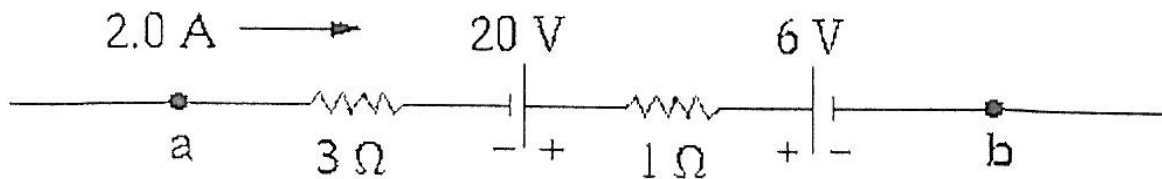
8) I jordmagnetfeltet nær ekvator beveger et elektron seg i retning østover langs en bane med tilnærmet konstant avstand til jordoverflata. Ved ekvator vil dermed det magnetsike feltet fra jorda være rettet

- A) Østover
- B) Nordover
- C) Sørover
- D) Normalt innover, parallelt med tyngdekraften.
- E) Normalt utover, antiparallelt med tyngdekraften.

9) Gjennom en horistonal flate med areal 0.321 m^2 går det en elektrisk fluks på $123 \text{ Nm}^2/\text{C}$. Feltet er homogent, og rettet i en retning som danner en vinkel på 25° med horisonten. Den elektriske feltstyrken er da

- A) 907 N/C
- B) 423 N/C
- C) 383 N/C
- D) $2.36 \cdot 10^{-3} \text{ N/C}$
- E) $1.10 \cdot 10^{-3} \text{ N/C}$

10)



Hvis en strøm på 2 A går fra pkt **a** til **b** i figuren, så er potensialforskjellen mellom **a** og **b**

- A) 6 V
- B) 8 V
- C) 14 V
- D) 20 V
- E) 22 V

Vedlegg A.

Størrelse		SI -enhet	
Navn	Symbol og def.	Symbol	Navn
elektrisk feltstyrke	$\vec{E} = \vec{F}/q$	V/m=N/C	
elektrisk potensial	V	$V=J/C=\text{kgm}^2\text{s}^{-3}\text{A}^{-1}$	volt
elektrisk ladning	Q, q	C=As	coulomb
elektrisk ladningstetthet; rom	ρ	C/m^3	
flate	σ	C/m^2	
linje	λ	C/m	
elektrisk dipolmoment	$\vec{p} = q\vec{L}$	Cm	
elektrisk fluks	$\Phi_E = \int_s \vec{E} \cdot \hat{n} dA$	$\text{Vm}=\text{Nm}^2\text{C}^{-1}$	
permittivitet	ϵ	F/m	
relativ permittivitet	$\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0$	1	
elektromotorisk spenning/kraft (ems)	\mathcal{E}	V	
elektrisk strøm	I	A	ampere
elektrisk potensialdifferanse, spenning	V	V	volt
kapasitans	$C=Q/V$	$\text{F}=\text{AsV}^{-1}$	farad
magnetisk fluks	$\Phi_B = \int_s \vec{B} \cdot \hat{n} dA$	$\text{Wb}=\text{Vs}$	weber
magnetisk flukstetthet	\vec{B}	$\text{T}=\text{Wb}/\text{m}^2=\text{NA}^{-1}\text{m}^{-1}$	tesla= 10^4 gauss
permeabilitet	μ	$\text{H}/\text{m}=\text{Tm}/\text{A}=\text{VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$	
relativ permeabilitet	$\mu_r=\mu/\mu_0$	1	
intensitet	I	W/m^2	
induktans	L	$\text{H}=\text{VsA}^{-1}$	henry
resistans	R	$\Omega=\text{VA}^{-1}$	ohm
resistivitet	ρ	Ωm	
konduktivitet	$\sigma = 1/\rho$	$(\Omega\text{m})^{-1}$	
impedans	Z	Ω	
masse	m	kg	kilogram
hastighet	v	m/s	
kraft	\vec{F}	$\text{N}=\text{kgms}^{-2}$	newton
arbeid, energi	W, E	$\text{J}=\text{Nm}$	joule
effekt	P	$\text{W}=\text{J}/\text{s}$	watt
vinkel	$\alpha, \theta, \gamma, \dots$	rad	radian
vinkelfrekvens	ω	rad/s	
lengde	l	m	meter
areal	A	m^2	
volum	V	m^3	
tid	t	s	sekund
frekvens	f	Hz	hertz
bølglengde	λ	m	
bølgetall	$k = 2\pi/\lambda$	1/m	

Vedlegg B.

OPPGITTE FORMLER

Bevegelsesligning for udedempede harmoniske svingninger:

$$-kx = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

Løsning:

$$x = A \cos(\omega t + \delta)$$

der vinkelfrekvensen er $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Bevegelsesligning for dempede svingninger:

$$-kx - b \frac{dx}{dt} = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

Løsning:

$$x = A_0 e^{-(b/2m)t} \cos(\omega' t + \delta)$$

der vinkelfrekvensen er

$$\omega' = \omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{b}{2m\omega_0}\right)^2}$$

Bevegelsesligning for tvungne

$$\text{svingninger: } m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + m\omega_0^2 x = F_0 \cos \omega t$$

Løsning:

$$x = A \cos(\omega t - \delta)$$

A er gitt ved

$$A = \frac{F_0}{\sqrt{m^2(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + b^2\omega^2}}$$

δ er gitt ved

$$\tan \delta = \frac{b\omega}{m(\omega_0^2 - \omega^2)}$$

Harmonisk bølgefunksjon i +x retning:

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Doppler effekt: Mottatt frekvens: $f_r = \left(\frac{v \pm u_r}{v \mp u_s}\right) f_s$

(øvre fortegn i teller og nevner velges ved bevegelse mot; nedre fortegn velges ved bevegelse fra)

$$\text{Coulombs lov: } \vec{F}_{1,2} = k \frac{q_1 q_2}{r_{1,2}^2} \hat{r}_{1,2}$$

$$\text{Coulombs konstant: } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Elektrisk feltstyrke fra en kontinuerlig

$$\text{ladningsfordeling: } \vec{E} = \int \frac{k dq}{r^2} \hat{r}$$

$$\text{Gauss' lov: } \Phi_{net} = \oint_S \vec{E} \cdot \hat{n} dA = \oint_S E_n dA = \frac{Q_{inside}}{\epsilon_0}$$

Elektrisk potensial:

$$V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{E} = -\nabla V$$

Potensiell energi til en ladning i elektrisk felt:

$$U = qV$$

Permittivitet:

$$\epsilon = \kappa \epsilon_0$$

Kapasitans:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Kapasitans for en platekondensator:

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Elektrisk energi lagret i kondensator:

$$U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Parallellkopling av kondensatorer:

$$C_{eq} = \sum_i C_i$$

Seriekopling av kapasitanser

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

Magnetisk kraft på

$$\text{i) ladning i bevegelse } \vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\text{ii) strømførende leder } d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$$

$$\text{Biot-Savarts lov: } d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\text{Amperes lov: } \oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C$$

$$\text{Faradays lov: } \mathcal{E} = - \frac{d\Phi_m}{dt}$$

$$\text{der } \Phi_m \text{ er magnetisk fluks: } \Phi_m = \int_S \vec{B} \cdot \hat{n} dA$$

$$\text{Indusert ems: } \mathcal{E} = \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\text{Selvinduksjon: } \mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt}$$

Avbildning ved tynn linse:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Snells brytningslov

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Feilforplantning:

$$\Delta f = \left(\left(\frac{\partial f}{\partial x} \Delta x \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \Delta y \right)^2 + \dots \right)^{\frac{1}{2}}$$