

Institutt for fysikk

## Eksamensoppgave i TFY4104 Fysikk

Faglig kontakt under eksamen: Catharina Davies

Tlf.: 41666231 eller 73593688

Eksamensdato: 18. desember 2014

Eksamenstid (fra-til): 09.00-13.00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C dvs Godkjent kalkulator, Rottmann

Matematisk formelsamling

Målform/språk: Bokmål

Antall sider (uten forside): 14

Antall sider vedlegg: 0

Kontrollert av:

---

Dato

Sign

### Oppgave 1 Mekanikk (Vekt 25%)

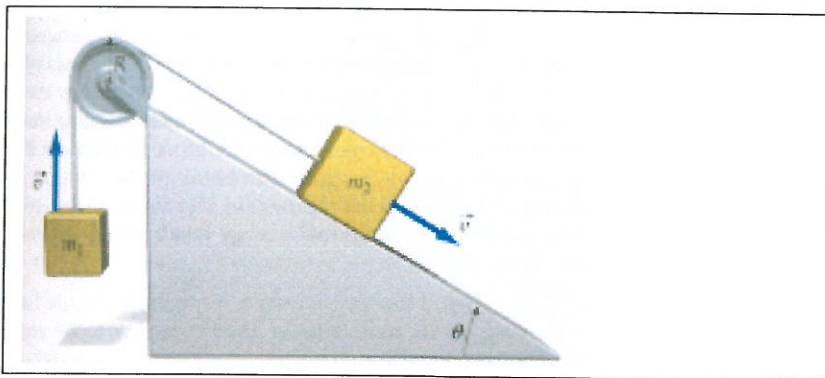
a) En kloss med masse  $m_2$  beveger seg nedover langs et skråplan. Klossen er forbundet med en annen kloss med masse  $m_1$  via en trinsa med masse  $M$  og radius  $R$  som vist på figuren. Begge klossene går med samme hastighet  $v$  og akselerasjon  $a$ . Systemet er friksjonsløst. Tråden som forbinder de to klossene går gjennom klossenes massesenterpunkt.

Tegn kraftdiagram for systemet.

Bestem akselerasjonen til de to klossene.

Bestem dreiemomentet for trinsa.

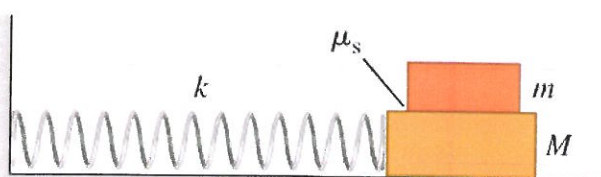
Akselerasjonen og dreiemomentet uttrykkes ved massene  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $M$  og radien  $R$ , samt vinkelen  $\theta$  og  $g$ . Trehetsmomentet for trinsa om omdreiningsaksen er  $I = \frac{1}{2}MR^2$ .



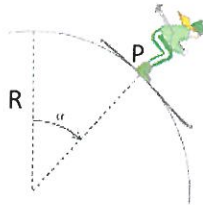
b) En kloss med masse  $M$  svinger fram og tilbake på en friksjonsløs horisontal overflate. Klossen er festet til en fjær med fjærkonstant  $k$  og fjæren er festet i en vegg som vist på figuren. En mindre kloss med masse  $m$  plasseres på toppen av klossen med masse  $M$ . Den statiske friksjonskoeffisienten mellom de to klossene er  $\mu_s$ . De to klossene svinger samlet fram og tilbake.

Bruk Hookes lov og Newtons 2. lov til å uttrykke klossenes akselerasjon  $a$ .

Klossen med masse  $m$  faller av klossen med masse  $M$  dersom nødvendig akselerasjonskraft er større enn den statiske friksjonskraften. Bestem det maksimale utslaget  $A$  de to klossene kan ha før klossen med masse  $m$  faller av klossen med masse  $M$ .

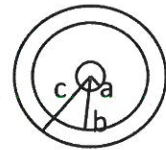


c) En skiløper gjør en sirkelbevegelse langs en snøball. Snøballen har radius  $R$ . Hun starter på toppen av snøballen med hastighet tilnærmet null (men tilstrekkelig til å komme i bevegelse) og mister kontakten med snøballen i punktet P og har da en tangentiell hastighet  $v_2$ . Normalkraften vil i dette punktet være null. Se bort fra friksjon. Bruk Newtons 2. lov og energibetraktninger til å bestemme vinkelen  $\alpha$  som er vinkelen radien til punktet P danner med den vertikale linjen gjennom snøballen som vist på figuren.



### Oppgave 2 Elektrisitet og magnetisme (Vekt 25%)

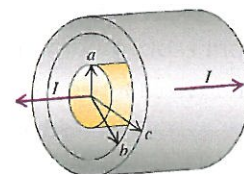
a) En veldig lang koaksialkabel består av en indre ledende sylinder med radius  $a$  og en ytre koaksial ledende sylinder med indre radius  $b$  og ytre radius  $c$ . Et tverrsnitt av kabelen er vist i figuren. Den indre sylindere har en uniform positiv ladningsfordeling  $\lambda$  per lengdeenhet. Den ytre sylindere har ingen netto ladning. Materialet mellom de to lederne og utenfor kabelen har permittivitet  $\epsilon_0$  og permeabilitet  $\mu_0$ . Bestem størrelsen og retningen på det elektriske feltet  $\vec{E}$  mellom de to sylindere, og utenfor koaksialkabelen.



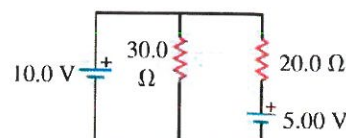
b) Tegn en skisse av det elektriske feltet som funksjon av avstand  $r$  fra sentrum av den indre sylindere  $r=0$ , mellom de to sylindere, gjennom den ytre sylindere og til  $r=2c$ .

c) Bestem den elektriske potensialforskjellen mellom de to sylindere  $V_a - V_b$ .

d) Anta at den indre sylindere fører en strøm  $I$  og at den ytre sylindere fører en like stor strøm  $I$ , men motsatt rettet. Bestem størrelsen og retningen på det magnetiske feltet  $\vec{B}$  mellom de to sylindere og utenfor koaksialkabelen.



e) Figuren viser en krets med to batterier med neglisjerbar indre motstand. Beregn strømmene gjennom de to motstandene  $R_1=30,0 \Omega$ ,  $R_2=20,0 \Omega$ , og gjennom batteriet med spenning  $10,0V$ .



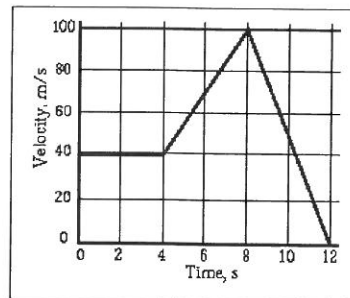
### Oppgave 3 Flervalgsoppgaver (Vekt 50%)

Dere får 4 alternative svarforslag. Kun et av alternativene er riktig. Riktig svar gir 2,0 poeng og feil svar gir 0 poeng.

Benytt tabell på side 14 for å krysse av for det valgte alternativet. Skriv kandidatnummer på arket med tabellen.

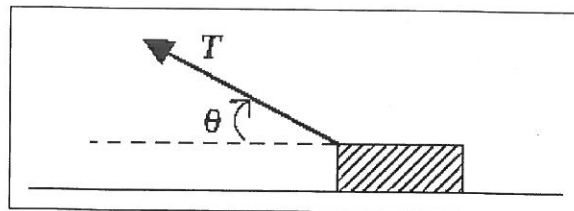
1. Grafen nedenfor viser hastigheten for en partikkel som funksjon av tid. Hvor lang strekning vil partikkelen tilbakelegge på de 12 sekunder den beveger seg?

- a) 80 m  
b) 1040 m  
c) 640 m  
d) 440 m



2. En kloss med masse  $m$  blir dratt med konstant hastighet som vist på figuren nedenfor. Det er friksjon mellom klossen og underlaget. Hva er friksjonskraften?

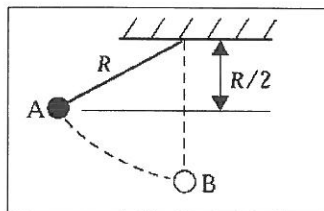
- a)  $\mu_k mg$   
b)  $\mu_k T \cos \theta$   
c)  $\mu_k T \sin \theta$   
d)  $\mu_k (mg - T \sin \theta)$



3. En motorsykkel med masse  $m$  akselererer fra hastigheten  $v_0=0$  til sluthastighet  $v$ . Dette krever at motoren utfører et arbeid  $W$ . Dersom motoren utførte arbeidet  $4W$  hva ville da sluthastigheten bli?
- a)  $4v$   
b)  $2v$   
c)  $(4v)^{1/2}$   
d)  $(2v)^{1/2}$
4. En person med masse  $60,0$  kg befinner seg i ro i en høyde  $1,20$  m over en trampoline. Trampolinen har en ideell fjær. Se bort fra massen av trampolinen og fjæren. Når personen treffer, senkes trampolinen en avstand  $15,0$  cm før den får hastighet null. Hva er fjærkonstanten for den ideelle fjæren?
- a)  $7,1 \cdot 10^4$  N/m  
b)  $2,5 \cdot 10^4$  N/m  
c)  $5,4 \cdot 10^3$  N/m  
d)  $2,9 \cdot 10^3$  N/m

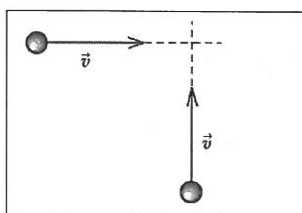
5. En kule med masse  $m$  er festet i en snor med lengde  $R$ . Kula slippes fra posisjon A som er i høyden  $R/2$  over det laveste punktet i sirkelbevegelsen. Se figuren nedenfor. Idet kula passerer det laveste punktet B, hva er da strekk-kraften i snora?

- a)  $mg$   
 b)  $2mg$   
 c)  $3mg$   
 d)  $0$



6. To identiske kuler med masse  $M$  beveger seg med samme hastighet  $v$ , og har retninger som vist på figuren nedenfor. Hva er størrelsen på den totale bevegelsesmengden for de to kulene?

- a)  $2Mv$   
 b)  $Mv$   
 c)  $\sqrt{2}Mv$   
 d)  $2\sqrt{2}Mv$

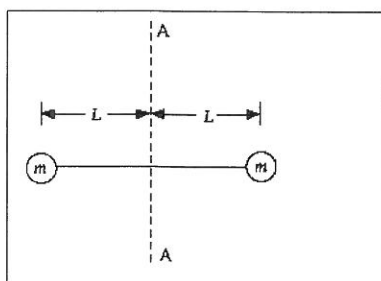


7. En kule med masse  $m$  og hastighet  $v_1$  treffer en trekloss med masse  $M$  og blir sittende fast i treklossen. Kula og treklossen fortsetter med hastighet  $v_2$  etter det sentrale støtet. Treklossen var i ro på en friksjonsfri overflate før den ble truffet av kula. Hva er forholdet mellom hastighetene  $v_2/v_1$  til kula etter støtet og før støtet med treklossen?

- a)  $(M+m)/m$   
 b)  $(M+m)/M$   
 c)  $M/(m+M)$   
 d)  $m/(m+M)$

8. Du trener med en vektstang der de to endene har samme masse  $m$  og avstanden mellom dem er  $2L$  som vist på figuren. Anta at massen  $m$  er i et massepunkt og se bort fra massen av stanga mellom de to endene. Hva er treghetsmomentet omkring aksene AA?

- a)  $mL^2$   
 b)  $\frac{1}{2}mL^2$   
 c)  $2mL^2$   
 d)  $2mL$



9. Anta at en masse  $m=5,0$  kg svinger som en harmonisk oscillator og svingebevegelsen kan beskrives ved likningen  $x(t) = 0,040m \cdot \sin(30s^{-1}t + \pi/6)$

Hva er den maksimale hastigheten for massen  $m$ ?

- a)  $0,013$  m/s  
 b)  $0,40$  m/s  
 c)  $0,60$  m/s



d) 1,2 m/s

10. En massiv sfærisk kule med masse  $M$  og radius  $R$  roterer med vinkelhastighet  $\omega$  rundt sin rotasjonsakse. En massiv sylinder med masse  $M$ , radius  $R$  og lengde  $2R$  roterer rundt den sentrale akse av sylindren. Treghetsmomentet for kula og sylindren er henholdsvis

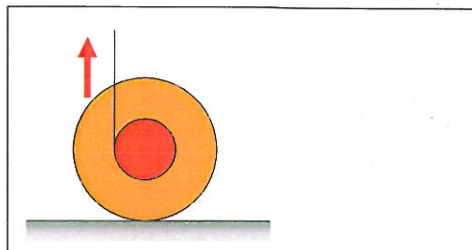
$$I = \frac{2}{5}MR^2 \text{ og } I = \frac{1}{2}MR^2$$

Hva er vinkelhastigheten for sylindren dersom kula og sylindren har same rotasjonsenergi?

- a)  $2\omega/5$
- b)  $\sqrt{2/5} \omega$
- c)  $4\omega/5$
- d)  $2\omega/\sqrt{5}$

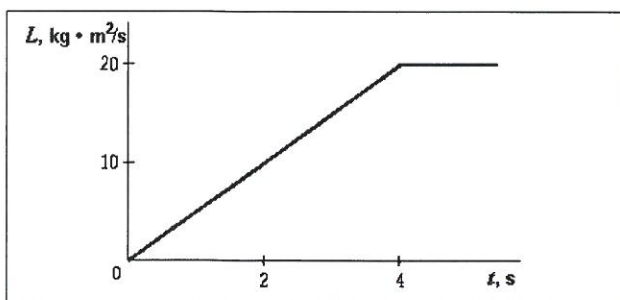
11. En jo-jo er plassert på et horisontalt underlag. Det er tilstrekkelig friksjon slik at jo-joen kan rulle uten å glippe. Dersom tråden i jo-joen dras rett opp som vist på figuren nedenfor, hvilken vei vil da jo-joen rulle?

- a) ruller til høyre
- b) ruller til venstre
- c) forblir i ro
- d) avhenger av forholdet mellom strekk-kraften og friksjonskraften.



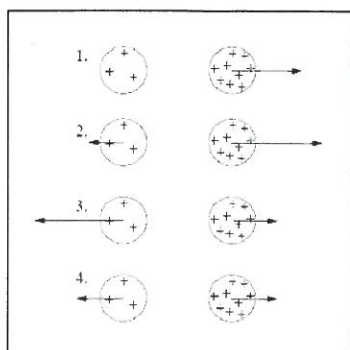
12. Dreieimpulsen (spinn) for et objekt omkring en fast akse som funksjon av tid er vist i figuren nedenfor. Hva er det ytre dreiemomentet (kraftmomentet) som virker på objektet langs akse ved tiden  $t=2$  s?

- a) 0 Nm
- b) 5 Nm
- c) 10 Nm
- d) 50 Nm



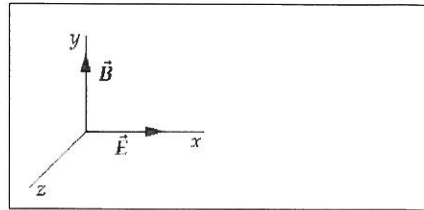
13. To uniformt ladde kuler har ladning henholdsvis  $Q$  og  $3Q$ . Hvilken av figurene under beskriver korrekt de elektrostatiske kreftene som virker på de to kulene?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4



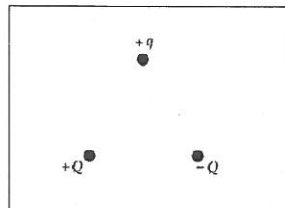
14. En positivt ladd partikkel beveger seg i et uniformt elektrisk felt  $E$  og uniformt magnetisk felt  $B$ . Det elektriske og magnetiske feltet er rettet langs henholdsvis positiv x-akse og positiv y-akse. Dersom resultantkraften på partikkelen er null, hvilken retning må da partikkelens hastighet ha?

- a) Negativ x-retning
- b) Negativ y-retning
- c) Positiv z-retning
- d) Negativ z-retning



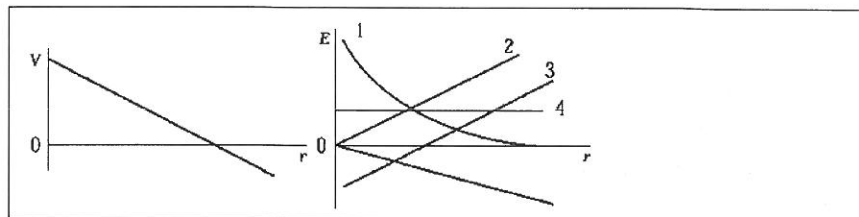
15. Tre ladninger  $+q$ ,  $+Q$  og  $-Q$  er plassert i hjørnene på en likesidet trekant. Hvilken retning har nettokraften på ladning  $+q$  fra de to andre ladningene?

- a) Vertikalt opp
- b) Vertikalt ned
- c) Horisontalt til venstre
- d) Horisontalt til høyre



16. Det elektriske potensialet som en funksjon av avstanden langs en linje i rommet er vist på figuren til venstre nedenfor. Hvilken av grafene i figuren til høyre representerer det elektriske feltet som en funksjon av avstanden langs den samme linjen?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4



17. En kondensator med kapasitans  $C=1\mu\text{F}$  og en motstand  $R=2\ \Omega$  er koplet i serie med et batteri med spenning  $5\text{V}$ . Kondensatoren er uladet. En bryter lukkes og det begynner å gå en strøm i kretsen og kondensatoren lades opp til maksimal ladning  $Q=1\mu\text{C}$ . Hva er strømmen i kretsen når kondensatoren er maksimalt oppladet?

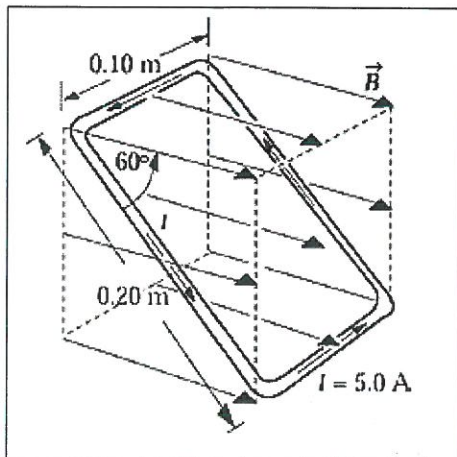
- a)  $I=2,5\ \text{A}$
- b)  $I=1,0\ \text{A}$
- c)  $I=0,5\ \text{A}$
- d)  $I=0$

18. Hvis et dielektrisk materiale blir satt inn mellom platene i en parallellplatekondensator når den er forbundet til en spenningsforsyning på  $100\ \text{V}$  vil da:

- a) spenningen over kondensatoren avta
- b) elektrisk feltet mellom kondensatorplatene avta
- c) ladningen på kondensatorplatene avta
- d) ladningen på kondensatorplatene øke

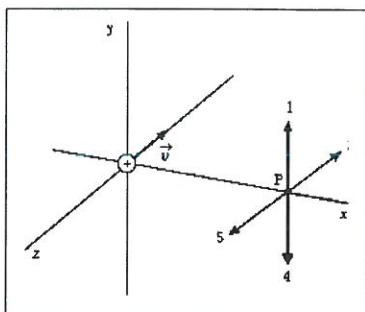
19. En rektangulær strømsløyfe ( $0,10\text{ m} \times 0,20\text{ m}$ ) fører en strøm på  $5,00\text{ A}$  i retning med klokka. Sløyfa befinner seg i et uniformt magnetisk felt på  $1,50\text{ T}$  og er orientert som vist i figuren nedenfor. Hvor stor er kraften som virker på den øvre  $0,10\text{ m}$ -siden av sløyfa?

- a)  $1,5\text{ N}$
- b)  $0,75\text{ N}$
- c)  $0,50\text{ N}$
- d)  $0,15\text{ N}$



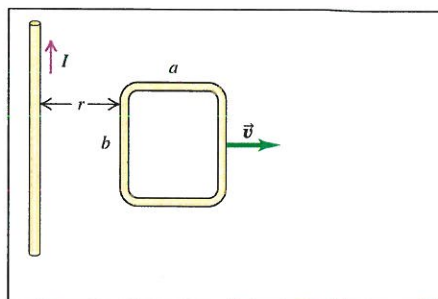
20. En positiv ladning beveger seg i negativ z-retning som vist på figuren. Hva er da retningen på magnetfeltet i punktet P pga denne ladningen? 4 alternativer er angitt på figuren nedenfor.

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 5



21. En kvadratisk sløyfe beveger seg med konstant hastighet  $v$  som vist på figuren nedenfor. En lang strømførende leder med strøm  $I$  befinner seg i avstand  $r$  fra den nærmeste sidekanten av sløyfa. En strøm induseres i den kvadratiske sløyfa, og strømmen går:

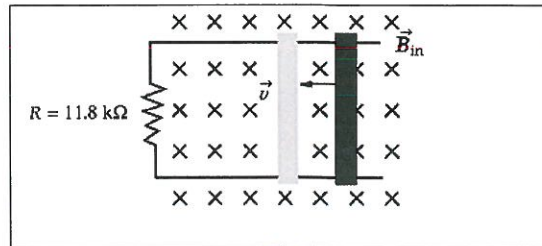
- a) med klokka og proporsjonal med  $I$
- b) mot klokka og proporsjonal med  $I$
- c) med klokka og proporsjonal med  $I^2$
- d) mot klokka og proporsjonal med  $I^2$





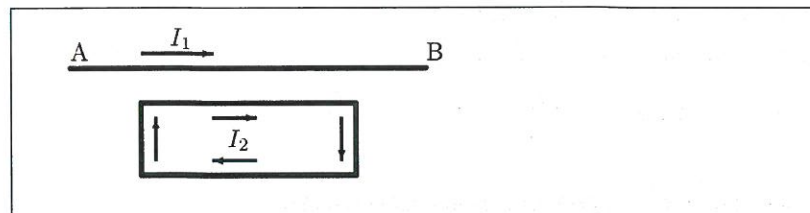
22. Anta en sløyfe som består av en motstand  $R=11,8 \Omega$  koplet til to parallelle skinner, og oppå skinnene ligger en metallstav som trekkes med konstant hastighet  $v=20,0 \text{ m/s}$  mot venstre. Et konstant uniformt magnetfelt  $B=1,5 \text{ T}$  peker inn i papirplanet. Se figur. Hva er retningen på den induserte strømmen i sløyfen og hvor stort er effekt-tapet i motstanden?

- a)  $76 \text{ mW}$  og strømretning med klokka
- b)  $76 \text{ mW}$  og strømretning mot klokka
- c)  $2,5 \text{ mW}$  og strømretning med klokka
- d)  $2,5 \text{ mW}$  og strømretning mot klokka



23. En lang, rett strømførende leder AB fører strømmen  $I_1$ . En rektangulær strømsløyfe har langsidenes parallelt med AB og fører strømmen  $I_2$  i retning med klokka. Hva er retningen på netto magnetisk kraft på den rektangulære strømsløyfen pga strømmen  $I_1$ ?

- a) mot høyre
- b) mot venstre
- c) opp mot AB
- d) ned fra AB

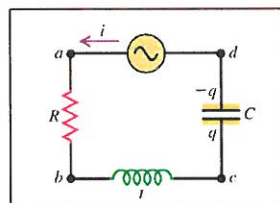


24. En spole med radius  $5,0 \text{ cm}$  og  $20$  viklinger danner en vinkel på  $30^\circ$  med et uniformt magnetisk felt på  $0,15 \text{ T}$ . Spolen fører en strøm på  $2,5 \text{ A}$ . Hvor stort dreiemoment (kraftmoment) forårsaker det magnetiske feltet på spolen?

- a)  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$
- b)  $9,4 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$
- c)  $2,9 \cdot 10^{-2} \text{ Nm}$
- d)  $5,1 \cdot 10^{-2} \text{ Nm}$

25. En vekselstrømkrets består av en vekselstrømkilde (AC) som er seriekoplet med en motstand, spole og kondensator som figuren nedenfor viser. Vekselspenningskildens frekvens er lik kretsens resonansfrekvens. Hvordan er da forholdet mellom verdiene for spolens induktive reaktans  $Z_L=\omega L$ , kondensatorens kapasitive reaktans  $Z_C=1/\omega C$  og motstanden  $R$ ?

- a)  $X_L=R$ ,  $X_C$  kan ha enhver verdi
- b)  $X_C=R$ ,  $X_L$  kan ha enhver verdi
- c)  $X_C=X_L=R$
- d)  $X_C=X_L$ ,  $R$  kan ha enhver verdi



## OPPGITTE FORMLER OG ENHETER

Definer alle størrelser du bruker i formlene.

### Mekanikk

#### Translasjon

Newtons første lov,  $v$  er konstant:

$$\sum \vec{F} = 0$$

Newtons andre lov,  $a$  er konstant:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Ved konstant akselerasjon

$$v = v_o + at$$

$$x = x_o + v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

Arbeid:

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

Kinetisk energi:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

Potensiell energi:

$$U(r) - U(r_o) = - \int_{r_o}^r \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

$$\vec{F} = -\nabla U(r)$$

Friksjon:

$$\text{Statisk } f \leq \mu_s N$$

$$\text{Kinetisk } f = \mu_k N$$

Bevegelsesmengde (impuls):

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Impuls:

$$\vec{J} = \sum \vec{F} \cdot \Delta t = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

Tyngdepunkt:

$$\vec{R}_{cm} = \frac{\sum_i \vec{r}_i \cdot m_i}{\sum_i m_i} \rightarrow \frac{\int \vec{r} \cdot dm}{\int dm}$$

#### Rotasjon og sirkelbevegelse

Ved konstant vinkelakselerasjon:

$$\omega = \omega_o + \alpha t$$

$$\theta = \theta_o + \omega_o t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\theta = \frac{s}{r}$$

$$v = r\omega$$

Sentripetalakselerasjon:

$$a = -\frac{v^2}{r} = -r\omega^2$$

Tangentiell akselerasjon/baneakselerasjon:

$$a = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt} = r \cdot \alpha$$

Trehetsmoment:

$$I = \sum_i m_i r_i^2 \rightarrow \int r^2 dm$$

Parallellakseletemet (Steiners sats)

$$I = I_o + M \cdot d^2$$

Rotasjonsenergi, kinetisk:

$$E_k = \frac{1}{2} I_o \omega^2$$

Dreiemoment:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau_z = I \cdot \alpha_z$$

Arbeid utført av dreiemoment:

$$dW = \tau \cdot d\theta$$

Dreieimpuls:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$$

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

#### Oscillasjon

Udempet harmonisk oscillator,

Bevegelseslikning:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

med løsning:

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

der vinkelfrekvensen er:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Energien i enkel harmonisk oscillator:

$$E = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

Dempet harmonisk oscillator,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m}\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$x(t) = Ae^{-\left(\frac{b}{2m}\right)t} \cos(\omega_d t + \phi)$$

$$\omega_d = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$$

Tvungne svingninger:

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + b\frac{dx}{dt} + kx = F_o \cos \omega_y t$$

Amplitude:

$$A = \frac{F_o}{\sqrt{(k - m\omega_y^2)^2 + b^2\omega_y^2}}$$

Resonansfrekvensen:

$$\omega_{res} = \omega_y = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{2m^2}}$$

## Elektrisitet og magnetisme

### Elektrostatikk

Coulombs lov:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \hat{r}$$

Elektrisk feltstyrke fra en kontinuerlig ladningsfordeling:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \int \frac{dq \hat{r}}{r^2}$$

Elektrisk potensial

$$V_B - V_A = - \int_{A_1}^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

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

Elektrisk potensial for en ladningsfordeling:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_o} \int \frac{dq}{r}$$

Potensiell energi til en ladning i elektrisk felt:

$$U = q \cdot V = q \frac{q_o}{4\pi\epsilon_o r}$$

Elektrisk dipolmoment:

$$\vec{p} = q \cdot \vec{d}$$

Elektrisk dreiemoment:

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

Potensiell energi til en elektrisk dipol:

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

Elektrisk fluks:

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Gauss lov:

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{encl}}{\epsilon_o}$$

Kapasitans:

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

Kapasitans for platekondensator:

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

Energi lagret i kondensator:

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

Energitetthet i elektrisk felt:

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_o E^2$$

Parallellkopling av kapasitanser:

$$C = \sum_i C_i$$

Seriekopling av kapasitanser:

$$\frac{1}{C} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

### Magnetostatikk

Et magnetisk felt forårsaker kraften F på en ladning med hastighet v:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Magnetisk kraft på strømførende leder:

$$\vec{dF} = I d\vec{l} \times \vec{B}$$

Magnetisk kraft per lengdeenhet mellom to strømførende ledere:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_o I \cdot I'}{2\pi r}$$

Biot-Savarts lov:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Amperes lov:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{innenfor}}$$

Magnetisk dipolmoment:

$$\vec{\mu} = I \cdot \vec{A}$$

Magnetisk dreiemoment:

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

Potensiell energi for en magnetisk dipol:

$$U_B = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

Sirkelbevegelse av en ladning i magnetisk felt:

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

*Elektromagnetisk induksjon*

Faradays lov:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

der  $\Phi_B$  er magnetisk fluks

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

Indusert elektromotorisk spenning skyldes et elektrisk felt E:

$$\mathcal{E} = -\oint \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Selvinduksjon:

$$\mathcal{E}_L = -L \frac{dI}{dt}$$

Energi lagret i magnetisk felt:

$$U_B = \frac{1}{2} LI^2 \quad R = \sum_i R_i$$

Magnetisk energitetthet:

$$u_B = \frac{B^2}{2\mu}$$

*Elektriske kretser:*

Strøm

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Strømtetthet:

$$J = \frac{I}{A} \quad \vec{J} = nq\vec{v}_d$$

Ohms lov:

$$V = R \cdot I$$

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

Elektrisk effekt:

$$P = V \cdot I$$

Seriekopling av motstandere:

$$R = \sum_i R_i$$

Parallellkopling av motstandere:

$$\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$$

Spenning over en spole:

$$\Delta V = L \frac{di}{dt}$$

RC krets  $\tau = RC$

RL krets  $\tau = \frac{L}{R}$

LC-krets  $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

LRC-krets  $\omega' = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$

Impedans

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left[ \omega L - \left( \frac{1}{\omega C} \right) \right]^2}$$

$$\tan \phi = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R}$$

**Fysiske konstanter:**

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$$

$$\epsilon_0 = 8.85419 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$$

$$e = 1.6019 \cdot 10^{-19} \text{ C (elementærladning)}$$

$$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg (elektronets masse)}$$

$$m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$g = 9.807 \text{ m/s}^2$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s (lyshastighet)}$$

**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 | $10^{-3}$  |
| $\mu$  | mikro | $10^{-6}$  |
| n      | nano  | $10^{-9}$  |
| p      | piko  | $10^{-12}$ |
| f      | femto | $10^{-15}$ |
| a      | atto  | $10^{-18}$ |



| <b>Størrelse</b>                        |                                | <b>SI – enhet</b>     |   |
|---|--------------------------------|-----------------------|---|
| Navn                                    | Symbol                         | Navn                  | Symbol  |
| elektrisk feltstyrke                    | $E$                            | volt/meter            | V/m   |
| elektrisk potensial                     | $V$                            | Volt                  | V   |
| permittivitet                           | $\epsilon$                     | farad/meter           | F/m   |
| relativ permittivitet                   | $\epsilon_r$                   |                       |   |
| elektromotorisk spenning/kraft          | $\epsilon$                     | Volt                  | V   |
| vinkelfrekvens                          | $\omega$                       | invers-sekund         | $s^{-1}$  |
| vinkel                                  | $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ | Radian                | rad   |
| romvinkel                               | $\Omega$                       | Steradian             | sr  |
| lengde                                  | $l$                            | Meter                 | m   |
| areal                                   | $A$                            | Kvadratmeter          | $m^2$   |
| volum                                   | $V$                            | Kubikkmeter           | $m^3$   |
| tid                                     | $t$                            | Sekund                | s   |
| frekvens                                | $f$                            | Hertz                 | Hz  |
| bølgelengde                             | $\lambda$                      | Meter                 | m   |
| masse                                   | $m$                            | Kilogram              | kg  |
| kraft                                   | $F$                            | Newton                | $N = kg\ m\ s^{-2}$                               |
| trykk                                   | $p$                            | Pascal                | $Pa = N\ m^{-2}$                                  |
| arbeid                                  | $A, W$                         | Joule                 | $J = Nm$  |
| energi                                  | $E, W$                         | Joule                 | J   |
| effekt                                  | $P$                            | Watt                  | $W = J/s$   |
| termodynamisk temperatur                | $T$                            | Kelvin                | K   |
| celcius temperatur                      | $t, \theta$                    | grad celcius          | $^{\circ}C$                                       |
| varme, varmemengde                      | $Q$                            | Joule                 | J   |
| elektrisk strøm                         | $I$                            | Ampere                | A   |
| elektrisk ladning                       | $Q, q$                         | Coloumb               | $C = As$  |
| elektrisk potensialdifferanse, spenning | $U, V$                         | Volt                  | $V = kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-1} = J\ A^{-1}\ s^{-1}$ |
| kapasitans                              | $C$                            | Farad                 | $F = As\ V^{-1}$                                  |
| magnetisk fluks                         | $\Phi_B$                       | Weber                 | $Wb = Vs$   |
| magnetisk flukstetthet                  | $B$                            | Tesla                 | $T = Wb/m^2$                                      |
| hastighet                               | $v$                            | meter pr. sekund      | m/s   |
| intensitet                              | $I$                            | watt pr. kvadratmeter | $W/m^2$   |
| induktans                               | $L$                            | Henry                 | $H = V\ A^{-1}\ s$                                |
| resistans                               | $R$                            | Ohm                   | $\Omega = V\ A^{-1}$                              |
| kondutans                               | $G$                            | Siemens               | $S = \Omega^{-1}$                                 |
| impedans                                | $Z$                            | Ohm                   | $\Omega$  |
| reaktans                                | $X$                            | Ohm                   | $\Omega$  |

Svar ark for flervalgsoppgavene

Kandidatnummer \_\_\_\_\_

Kun ett svaralternativ er riktig. Angi riktig svar med et kryss x i riktig rute

| Oppgave | a | b | c | d |
|---------|---|---|---|---|
| 1       |   |   |   |   |
| 2       |   |   |   |   |
| 3       |   |   |   |   |
| 4       |   |   |   |   |
| 5       |   |   |   |   |
| 6       |   |   |   |   |
| 7       |   |   |   |   |
| 8       |   |   |   |   |
| 9       |   |   |   |   |
| 10      |   |   |   |   |
| 11      |   |   |   |   |
| 12      |   |   |   |   |
| 13      |   |   |   |   |
| 14      |   |   |   |   |
| 15      |   |   |   |   |
| 16      |   |   |   |   |
| 17      |   |   |   |   |
| 18      |   |   |   |   |
| 19      |   |   |   |   |
| 20      |   |   |   |   |
| 21      |   |   |   |   |
| 22      |   |   |   |   |
| 23      |   |   |   |   |
| 24      |   |   |   |   |
| 25      |   |   |   |   |