

NTNU
Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:
Bård Tøtdal, tlf 73593594

**Kontinuasjoneksamen i SIF4003 Fysikk
for studenter ved geofag og petroleumsteknologi
7. august 2000.**

Tid: 6 timer (kl 0900 – kl 1500).

Tillatte hjelpemidler: Godkjent kalkulator, **med tomt minne**, i henhold til liste fra NTNU.

Knutsen: Formler og data i Fysikk.

Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

Barnett & Cronin: Mathematical Formulae.

Jahren & Knutsen: Formelsamling i Matematikk.

Noen nyttige opplysninger er gitt til slutt i oppgavesettet.

Oppgave 1

En kloss med masse $m = 500$ g er festet til den ene enden av en fjær som har fjærkonstant $k = 50$ N/m. Klossen og fjæren hviler på et horisontalt bord, og vi antar at bordet er friksjonsløst. Den andre enden av fjæren er festet i veggen. Vi trekker klossen $x = 10$ cm ut fra likevektsposisjonen, og slipper den ved tiden $t = 0$.

- a) Sett opp differensialligningen som beskriver bevegelsen. Finn betingelsen for at $x(t) = A_0 \sin(\omega t + \varphi)$ er en løsning, og finn amplituden, oscillasjonsfrekvensen, perioden og fasefaktoren φ .
- b) Finn klossens maksimale hastighet og akselerasjon.
- c) Vi skjønner etter hvert at det er friksjon mellom klossen og bordet likevel. Friksjonskraften $F_f = 0.25$ N er uavhengig av hastigheten, og alltid rettet mot bevegelsen. Ved hvilken posisjon x vil klossen første gang stoppe, og bytte bevegelsesretning, etter at vi har sluppet den fra posisjonen $x = 10$ cm?
- d) Hvor mange perioder vil systemet svinge før svingningene stopper helt opp?

Oppgave 2

To kuler A og B har begge radius R og er tilført en positiv elektrisk ladning Q . Kule A er av ledende materiale, mens kule B er av ikkeledende (dielektrisk) materiale med permittivitet ϵ_0 .

- a) Bestem ladningsfordelingen i de to kulene, og prøv å forklare hvorfor den er slik.
- b) Finn størrelse og retning av det elektriske feltet inne i og rundt hver av de to kulene.
- c) Finn det elektriske potensialet inne i og rundt hver av de to kulene.
- d) Vi har nå to kuler av type B som begge har jevnt fordelt positiv ladning Q . Den ene kulen plasseres med sentrum i origo i et rettvinklet, kartesisk koordinatsystem. Den andre plasseres med sentrum i koordinaten $(2R, 0)$. Beregn det elektriske feltet og det elektriske potensialet i punktene $(0, 0)$, $(R, 0)$ og $(R, 2R)$.

Oppgave 3

Koherent lys med bølglengde λ faller vinkelrett inn mot en plate med to trange og like spalter S_1 og S_2 som har innbyrdes avstand $d = 1$ mm. Lyse flekker med innbyrdes avstand $\Delta y = 1$ mm opptrer nær senteret C på en skjerm P i avstanden $R = 2$ m fra spaltene. Skjermen er parallell med platen.

- Hva er bølglengden av lyset?
- Spaltene blir så belyst av en monokromatisk lyskilde S som er plassert slik at avstanden $S - S_2$ er en halv bølglengde mindre enn avstanden $S - S_1$. Finn beliggenheten av maksima og minima på skjermen, og bestem spesielt om det er et maksimum, et minimum eller ingen av delene i punktet C.
- En gjennomsiktig gjenstand med tykkelse w og brytningsindeks n plasseres så i lysveien for strålen fra spalte S_1 . Plott kvalitativt lysintensiteten i C som funksjon av w når avstanden mellom spaltene er d og skjermen har samme avstand R fra begge spaltene.
- Lys med to forskjellige bølglengder λ_1 og λ_2 faller vinkelrett inn mot dobbelspalten. På skjermen overlapper det tjuende (utenfor skjermens midtpunkt) maksimum for λ_1 det nittende minimum for λ_2 . Finn den relative bølglengdeforskjellen $(\lambda_2 - \lambda_1)/\lambda_1$.

Oppgave 4

En tynn stav med lengde $L = 0.30$ m er ladet jevnt med elektriske ladninger. Vi antar at stavens ladning kan betraktes som en linjeladning. Halve staven er negativt ladet, mens den andre halvdel er positivt ladet. Tallverdien av ladning pr lengdeenhet, $\lambda = 4.0 \cdot 10^{-8}$ C/m, er den samme for begge halvdel.

- Hvor stor er den elektriske feltstyrken \vec{E} og potensialet V i avstanden $a = 0.40$ m fra staven på en linje vinkelrett på staven gjennom stavens midtpunkt?
- Hvor stort er ladningenes elektriske dipolmoment \vec{p} ?
- Staven plasseres i et ytre uniformt elektrisk felt med feltstyrke $E_0 = 2.4 \cdot 10^4$ V/m. Feltlinjene danner vinkelen $\alpha = 20^\circ$ med det elektriske dipolmomentet. Dipolmomentet og feltstyrken er i samme plan. Finn dreiemomentet $\vec{\tau}$ på staven og den potensielle energi U for systemet.
- Vis at når en elektrisk ladning q beveger seg i en sirkulær bane med frekvens f , representerer ladningen strømmen $I = fq$.
- Så blir hele staven med lengde 0.30 m ladet positivt med ladning $\lambda = 9.0 \cdot 10^{-3}$ C/m. Staven dreies med vinkelhastighet $\omega = 377$ rad/s om en akse vinkelrett på staven gjennom dens midtpunkt. Hvor stor totalstrøm representerer ladningene på staven når staven dreies?

Oppgitt:

$$\sin A + \sin B = 2 \sin \frac{A+B}{2} \cos \frac{A-B}{2}$$

$$\int \frac{xdx}{(a^2 + x^2)^{3/2}} = -\frac{1}{(a^2 + x^2)^{1/2}} + \text{konst}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$$