NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Kontakt under eksamen:
Jon Andreas Støvneng
Telefon: 73 59 36 63 / 45 45 55 33

EKSAMEN TFY4160 BØLGEFYSIKK
Mandag 3. desember 2007 kl. 0900 - 1300
Norsk utgave

Hjelpemiddel: C

- K. Rottmann: Matematisk formelsamling (alle språk).
- O. Øgrim og B. E. Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk, eller C. Angell og B. E. Lian: Fysiske størrelser og enheter.
- Typegodkjend kalkulator, med tomt minne, i henhold til liste utarbeidd av NTNU. (HP30S eller liknende.)

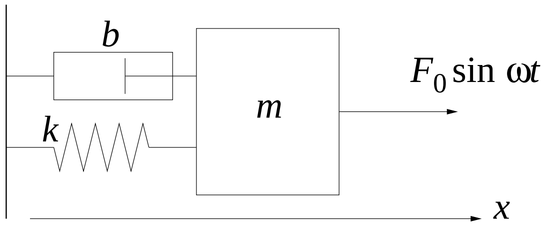
Side 2 - 6: Oppgavene.
Side 7 - 15: Formelsamling.

Prøva består av 7 oppgaver. Det er angitt hvor mye de ulike oppgavene i utgangspunktet vil telle under vurderinga. Vektorstørrelser angis med **feite** typer. Enhetsvektorer angis med hatt over symbolet.

Sensuren kommer når den er klar, seinest 3. januar.

OPPGAVE 1 [Teller 20%]

En masse m er festet til ei fjær med fjærkonstant k. Dempingskraften er proporsjonal med hastigheten, $-b\dot{x}$. En ytre kraft $F_0 \sin \omega t$ sørger for at massen svinger fram og tilbake med vinkelfrekvens ω.



• Vis at massens bevegelse er bestemt av ligningen

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = A_0 \sin \omega t,$$

og bestem derved δ, ω_0 og A_0. Her er x massens utsving i forhold til likevektsposisjonen $x = 0$.

• Løsningen av denne ligningen oppgis å være på formen

$$x(t) = x_0(\omega) \cos(\omega t + \phi)$$

der utsvingsamplitudens frekvensavhengighet er gitt ved

$$x_0(\omega) = \frac{A_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\omega\delta)^2}}$$

Anta svak demping, dvs $\delta \ll \omega_0$, og regn ut resonanstoppens halvverdibredde $\Delta\omega$, dvs differansen mellom de to vinkelfrekvensene $\omega_\pm = \omega_0 \pm \Delta\omega/2$ som gir amplitude x_0 lik maksimal amplitude dividert med $\sqrt{2}$. (Med svak demping oppnås maksimal amplitude for $\omega \simeq \omega_0$.)

Den hastighetsavhengige dempekraften erstattes nå med ordinær friksjon mot et underlag med friksjonskoeffisient μ (som er like stor statisk og dynamisk), slik at det hele tiden virker en friksjonskraft μmg, motsatt rettet massens bevegelse. Her er g tyngdens akselerasjon. (Ligger massen i ro, er friksjonskraften *inntil* μmg, motsatt rettet øvrige krefter som forsøker å sette massen i bevegelse.) Vi skrur dessuten av den ytre kraften og studerer fri svingninger. Figuren viser eksempelvis situasjonen med $x > 0$ og $\dot{x} > 0$.