UNIVERSITETET I OSLO
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i:	FYS 2130 - Svingninger og bølger
Eksamensdag:	
Tid for eksamen:	
Godkjente hjelpemidler:	Øgrim og Lian (eller Angell og Lian): Størrelser og enheter i fysikken Rottman: Matematisk formelsamling En A4-side med egne notater Elektronisk kalkulator av godkjent type

Oppgavesettet er på 3 sider

<u>Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.</u>

I dette oppgavesettet er magnetisk permeabilitet i et medium alltid lik magnetisk permeabilitet i vakuum: $\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m

Oppgave 1

a) Vi skal se på en elektromagnetisk bølge som beveger seg i x-retning i et ledende medium. Hvis konduktiviteten (ledningsevnen) er stor ($\sigma >> \omega\varepsilon$) kan bølgeligningen med god tilnærmelse skrives som

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \mu\sigma \frac{\partial E_y}{\partial t}$$

En løsning kan på kompleks form skrives som $E(x,t) = E_0 e^{-x/\delta} \cdot e^{-i(x/\delta - \omega t)}$

Vis at $\delta = \sqrt{\dfrac{2}{\sigma\omega\varepsilon}}$

b) Konduktiviteten for havvann er omkring 4.3 $\Omega^{-1}m^{-1}$. En radiobølgesender befinner seg rett under havoverflaten. En mottaker befinner seg 50 m under havoverflaten. Mottakeren registrerer 0.1% av sendereffekten. Bestem radiobølgenes frekvens. Anta at $\sigma >> \omega\varepsilon$ og plane bølger.

Oppgave 2

a) En kloss med masse m er festet til en fjær og svinger frem og tilbake på et horisontalt friksjonsfritt underlag. Fjærens andre ende er fastspent. Fjæren har fjærstivhet k_1 og vi ser bort fra fjærens masse.

Vis at differensialligningen for svingebevegelsen kan skrives på formen

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

Bestem perioden T for svingesystemet uttrykt ved k_1 og m.

En generell løsning av differensialligningen over er

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$$

A, ω og φ er konstanter.

Ved tiden t=0 er klossen i likevektsposisjonen (x=0) og hastigheten er v=v_0.

Bestem konstantene A og φ.

b) Vi lar nå den svingende massen være utsatt for en dempende kraft $f_d = -b \cdot v$, der b er en positiv konstant og v er hastigheten til m.

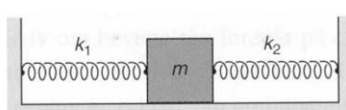
Vis at differensialligningen til svingesystemet kan skrives som :

$$\ddot{x} + \alpha\dot{x} + \beta x = 0 \qquad \text{der } \alpha \text{ og } \beta \text{ er konstanter.}$$

Bestem disse konstantene uttrykt ved b, k_1 og m.

c) Vis at energitapet per tid $\frac{dE}{dt}$ for svingesystemet i b) er: $\frac{dE}{dt} = -b \cdot v^2$ (Hint: Ta utgangspunkt i den mekaniske energien for systemet, $E = E_{potensiell} + E_{kinetisk}$)

d) Vi fester en annen fjær med fjærstivhet k_2 til klossen som vist i figuren nedenfor. I likevektsstillingen for massen m er det ingen kraft fra hverken fjær 1 eller fjær 2. Bestem perioden, T, for dette svingesystemet. Det er her **ingen** dempning.



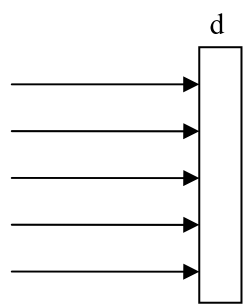
Oppgave 3

a)
En lineært polarisert harmonisk elektromagnetisk bølge beveger seg i et dielektrisk medium langs negativ x-akse. Bølgens polarisasjonsretning er parallell med y-aksen. Bølgens elektriske feltamplitude, frekvens og bølgelengde er henholdsvis E_0, f og λ.

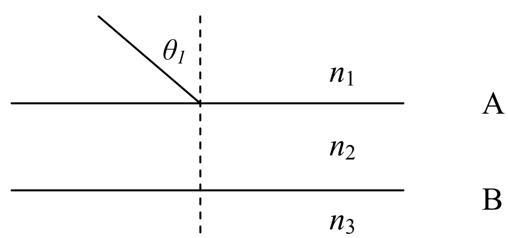
Bestem magnetfeltet $\mathbf{B}(x,t)$, dvs. på formen $\mathbf{B}(x,t) = B_x\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\mathbf{k}$, der **i**, **j**, og **k** betegner enhetsvektorer langs henholdsvis x, y og z-akse. For t = 0 og x = 0 er $\mathbf{B}(x,t) = 0$.

b)
En annen elektromagnetisk plan bølge i vakuum treffer en jevntykk plate med massetetthet ρ, areal A for en sideflate og tykkelse d som vist i figuren under. Amplituden til det elektriske feltet er E_0. Den elektromagnetiske bølgen absorberes fullstendig.

Bestem platens akselerasjon. Neglisjer eventuelle gravitasjonskrefter.



Oppgave 4



a) Figuren over viser tre medier, 1,2 og 3, med forskjellig brytningsindeks, n_1, n_2 og n_3. Grenseflaten mellom mediene er parallelle og står normalt på papirplanet. Brytningsindeksene n_1 = 1.6 og n_3 = 1.2. En lysstråle kommer fra medium 1 mot medium 2 med retning θ_1 som vist i figuren . Brytningsindeksen n_2 er ukjent. Hvilke θ_1 gir totalrefleksjon i grenseflaten mellom medium 2 og medium 3?

b) Vi lar θ_1= 0°. Vi bytter ut mediet mellom A og B i a) med et medium med brytningsindeks 2.0. Lysets bølgelengde er i medium 1 er 600 nm. Lys vil reflekteres både i grenseflaten A og i B. Bestem den minste avstanden mellom grenseflatene A og B slik at de to reflekterte lysbølgene interfererer destruktivt i medium 1. Anta plane bølger.