

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Kontakt under eksamen:

Eivind Hiis Hauge

Telefon: 73 59 36 51 / 90 85 01 31

EKSAMEN TFY4102 FYSIKK
for MTGEOP, MTDESIG og MTMART
31.mai 2007 kl. 0900 - 1300
Bokmål

Hjelpemiddel C

- K. Rottmann: Matematisk formelsamling
- Godkjent kalkulator, med tomt minne

Side 2-4: 5 oppgaver med tilsammen 16 punkt.

Vedlegg: 3 sider formler.

I dette oppgavesettet spørres det etter tallsvar bare i punktet 2b. I punktet 3a forventes grove overslag. I alle de øvrige spørsmålene har svarene form av bokstavuttrykk. Alle enkeltpunktene teller i utgangspunktet likt.

Svar først på de spørsmålene som lettest for deg! De fleste spørsmålene kan besvares, helt eller delvis, uten å ha svart på de foregående.

Oppgavesettet er utarbeidet av Eivind Hiis Hauge, og er sett gjennom av Johan Skule Høye.

Sensuren kan ventes ca. 15. juni.

Oppgave 1

Intensiteten i retning θ , ved diffraksjon av koherent lys med bølgelengde λ gjennom en spalt med bredde a , er gitt som

$$I(\theta) = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 ; \quad \alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta.$$

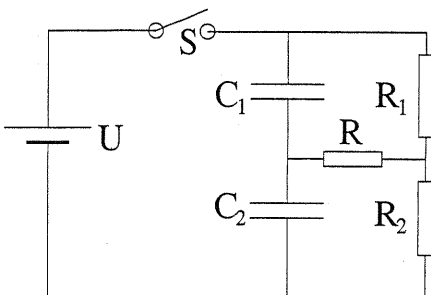
- Hva er betingelsen for at $I(\theta)$ ikke har noe nullpunkt? (Det vil si at intensiteten er større enn null for hele vinkelen $-\pi/2 < \theta < \pi/2$).
- I hvilken forstand er lys og radiobølger like som fysiske fenomener, og i hvilken forstand er de forskjellige? Svar kort!

Oppgave 2

En strømsløyfe med areal A og n vindinger roterer med konstant vinkelhastighet ω_0 om en akse vinkelrett på et konstant magnetfelt \mathbf{B} .

- Hva er den magnetiske fluksen $\Phi(t) = \int d\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$ gjennom strømsløyfen?
- Vi ønsker at den effektive vekselspenningen fra sløyfen skal være 220 V. Det innebærer at amplituden til den induerte vekselspenningen må være $\sqrt{2} \cdot 220 \text{ V} = 311 \text{ V}$. Når $n = 10$, $A = 0.40 \text{ m}^2$ og $\omega_0 = 2\pi \cdot 50 \text{ s}^{-1}$, hvor sterkt må \mathbf{B} -feltet være for å oppnå den ønskete spenningen?

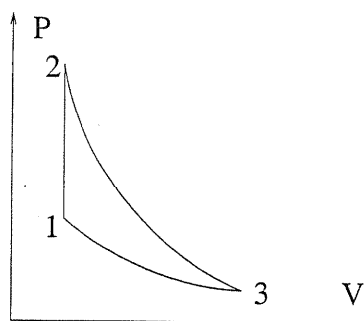
Oppgave 3



I kretsen som vist lukkes bryteren S ved tiden $t = 0$.

- Dersom motstandene i kretsen alle har resistanser av størrelsesorden $\text{M}\Omega$, og begge kondensatorene har kapasitanser av størrelsesorden nF , hvor lenge må en, som et grovt overslag, vente før en har stasjonære forhold i kretsen? (Det vil si at strømmer, ladninger og spenninger ikke lenger endrer seg merkbart som funksjon av tiden). Svar kort!
- Når stasjonære forhold er etablert, hva er spenningene over R_1 , R_2 og R ?

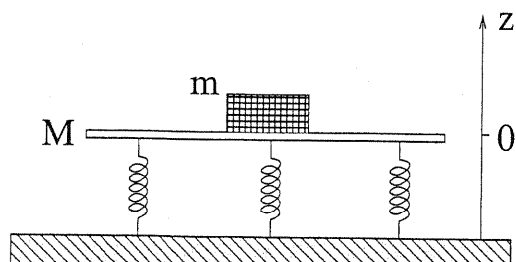
Oppgave 4



Ett mol ideell gass gjennomgår en kvasi-statisk (eller: reversibel) kretsprosess som består av isokoren ($V = \text{konst.}$) $1 \rightarrow 2$, adiabatene ($\Delta Q = 0$) $2 \rightarrow 3$, og isoterme ($T = \text{konst.}$) $3 \rightarrow 1$. Temperaturene T_1 og T_2 er gitt. Bruk varmelærens første hovedsetning (termodynamikkens første lov) under punktene a. og b. nedenfor.

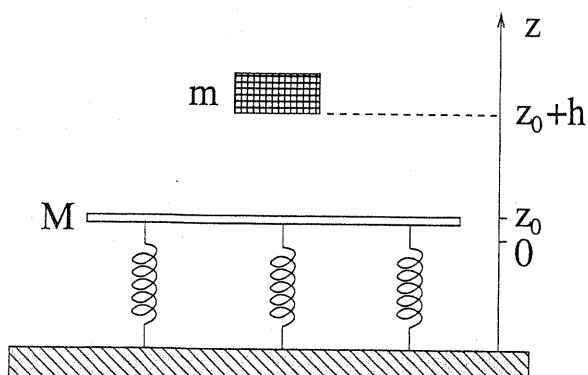
- I kretsprosessen absorberes varmemengden Q_{inn} fra omgivelsene. Uttrykk denne varmemengden ved T_1 og T_2 (og en varmekapasitet).
- I kretsprosessen avgis en varmemengde $|Q_{\text{ut}}|$ til omgivelsene. Uttrykk denne varmemengden ved volumene V_1 og V_3 (og gasskonstanten R samt temperaturen T_1).
- Bruk adiabatligningen til å uttrykke V_3/V_1 ved T_2/T_1 .
- Denne kretsprosessen er det sentrale elementet i en maskin som omgjør varme til mekanisk arbeid. Definer den tilsvarende virkningsgraden ε og bruk resultatene over til å uttrykke ε ved T_1 og T_2 .

Oppgave 5



En tynn plate med flatoverflate er festet til underlaget med et fjærsystem. Fjærsystemets masse er neglisjerbar, og fjærstivheten for systemet som helhet er k . På platen, som har masse M , ligger en kloss med masse m . I likevekt, med klossen på platen, er platens vertikale posisjon definert som $z = 0$. Se figuren. Tyngdens akselerasjon er g .

- a. Når platen gis et dytt nedover, settes plate og kloss i tilnærmet udedempete, vertikale svingninger. Bestem vinkelfrekvensen ω_0 , og vis ved innsetting at løsningen av bevegelsesligningen kan skrives som $z(t) = A \sin(\omega_0 t + \delta)$.



- b. Klossen fjernes fra platen. Hva er da platens likevektsposisjon, z_0 ?

- c. Platen er nå i ro, i likevektsposisjonen z_0 . Klossen slippes så fra et utgangspunkt der dens underside har posisjonen $z_0 + h$. Bruk energibevarelse til å bestemme klossens hastighet v idet den treffer platen. Se figuren.

- d. Kollisjonen mellom kloss og plate er fullstendig *u*elastisk. Hvilken konserveringslov gjelder for selve kollisjonen? Bestem klossen og platens felles hastighet V umiddelbart etter kollisjonen.

- e. Kollisjonen fører til at plate pluss kloss (som ikke er klistret fast til platen!) settes i (tilnærmet udedempete) svingninger. Bruk begynnelsesbetingelsene $z(0) = z_0$ og $\dot{z}(0) = -V$ til å bestemme svingeamplituden A . (Hint: Bruk at $A^2 \sin^2 \delta + A^2 \cos^2 \delta = A^2$.)

- f. Dersom fallhøyden h blir for stor, vil klossen (som ikke er klistret til platen!) "skramle", det vil si at den under svingningene periodevis vil miste kontakten med platen. Hva er den maksimale fallhøyden som *ikke* gir skramling?