

NTNU
Institutt for Fysikk

Faglig kontakt under eksamen:
Bård Tøtdal, tlf. 73593594 eller 73529782

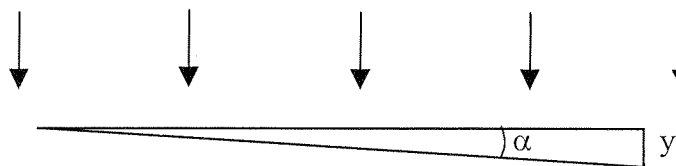
**Kontinuasjoneksamen i SIF4003 Fysikk
for studenter ved Geofag og Petroleumsteknologi**

Lørdag 18. august 2001.
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.
Barnett & Cronin. Mathematical Formulae.
Rottmann: Mathematische Formelsammlung.
Jahren & Knutsen: Formelsamling i Matematikk.

Oppgave 1

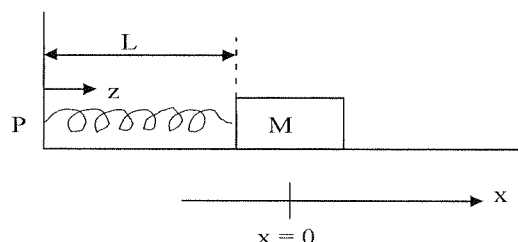
- A. Natriumlys kommer vinkelrett inn mot et diffraksjonsgitter med 500 spalter pr mm. Natriumlyset inneholder de to bølgelengdene $\lambda_1 = 589,0$ nm og $\lambda_2 = 589,6$ nm.
- Hvor store er avbøyningsvinklene for de to bølgelengdene i 1. og 3. hovedmaksimum?
 - Hvor mange hovedmaksima kan gitteret gi for hver av de to bølgelengdene?
 - Hva er det minste antall spalter gitteret kan ha for at de to bølgelengdene skal være oppløste i 3. hovedmaksimum?
- B. d) Lys kommer inn mot grenseflaten mellom to medier. Gjør kort greie for faseforandringene ved refleksjon og brytning i grenseflaten.
- e) Planparallelt lys med bølgelengde $\lambda = 5,8 \cdot 10^{-7}$ m sendes vinkelrett mot en tynn, kileformet film som har brytningsindeks 1,5 og som er plassert i luft.



I det reflekterte lyset observeres 43 mørke interferensstriper. Avstanden mellom de mørke stripene er 0,60 cm. Hvor stor er kilvinkelen α , og hvor stor er filmens største tykkelse y (kfr figuren)?

Oppgave 2

Et legeme med masse $M = 0,25$ kg er festet til en horisontal fjær med fjærkonstant $k = 4,0$ N/m. Den andre enden av fjæren er festet til et fast punkt P. Legemet kan gli friksjonsfritt på et horisontalt underlag. I likevektsposisjonen har fjæren lengden L , og vi ser innledningsvis bort fra fjærens masse.



Bevegelsen blir startet ved å flytte legemet mot høyre fra likevektsposisjonen $x = 0$ til posisjonen $x_0 = 0,10$ m og der gi det en hastighet $v_0 = 0,40$ m/s mot venstre. Legemet utfører så harmoniske svingninger.

- Still opp det generelle uttrykket for legemets forskyvning $x(t)$ ut fra de gitte startbetingelsene.
- Beregn svingningenes periode T , frekvens f og sirkelfrekvens ω .
- Finn systemets totale energi E_{tot} og svingningenes amplitude A .
- Vis at dersom vi tar hensyn til at fjæren har en endelig masse m , kan totalenergien uttrykkes som

$$E_{tot} = \frac{1}{2} \left(M + \frac{1}{3} m \right) v^2 + \frac{1}{2} kx^2$$

Her er v hastigheten til massen M , og x er dens posisjon. Anta at fjærens masse er jevnt fordelt over dens lengde L og at fjærstrekket er jevnt, slik at hastigheten til de forskjellige punkter langs fjæren øker jevnt fra null i det faste punktet til v for massen M . Anta videre at svingeamplituden $A \ll L$.

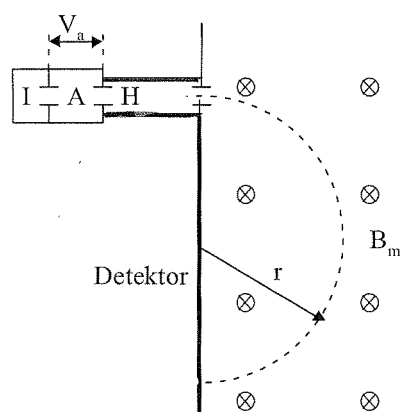
Hint: Del fjæren opp i små masselementer $dm = \rho \cdot dz$

- Beregn svingningenes periode dersom vi tar hensyn til fjærens masse.
Hint: Den nye svingeligningen kan oppnås ved å utnytte at totalenergien er konstant, dvs tidsuavhengig.

Oppgave 3

Ioner med masse m og ladning q blir frigjort fra en ionekilde I og akselerert til stor hastighet i et akselerasjonskammer A ved hjelp av et elektrostatisk felt med potensialforskjell V_a . Deretter blir de sendt inn i et såkalt hastighetsfilter H som består av en lang, tynn kanal med homogent elektrisk felt med feltstyrke \mathbf{E} og homogent magnetisk felt med flukstetthet \mathbf{B} .

\mathbf{E} og \mathbf{B} er arrangert slik at partiklene fortsetter i samme retning i kanalen med uendret hastighet. Fra hastighetsfilteret kommer partiklene inn i et magnetisk felt med flukstetthet B_m og retning (inn i papiret) som vist i figuren. Etter at partiklene er blitt avbøyet 180° i en halvsirkel med radius r , treffer de en detektor.



Vi lar først hastighetsfilteret være avslått.

- Vis ved en kort utledning at oppstillingen kan brukes til å bestemme forholdet q/m for et ion med ukjent ladning q og ukjent masse m når størrelsene r , B_m og V_a kan måles.
- En kloroneblanding av isotopene $^{35}\text{Cl}^-$ og $^{37}\text{Cl}^-$ skal undersøkes. Tallene 35 og 37 står for antall atomære masseenheter i de to ionene. Potensialforskjellen V_a reguleres til $V_a = 1,0 \cdot 10^3$ V, og $^{35}\text{Cl}^-$ -ionene beskriver i B_m -feltet en halvsirkelbane med radius $r_1 = 14,6$ cm.
Finn avstanden d mellom treffpunktene for $^{35}\text{Cl}^-$ og $^{37}\text{Cl}^-$ på detektoren. Finn også flukstettheten B_m og ionenes kinetiske energi idet de treffer detektoren.
- Det viser seg at detektoren også er blitt truffet av partikler på et sted som tilsvarer baneradius $r_2 = 7,3$ cm. Dersom man er sikker på at ioneblandingen bare består av isotopene ^{35}Cl og ^{37}Cl , hva må forklaringen være?

- d) Så slår vi på hastighetsfilteret. Hvordan må feltarrangementet i hastighetsfilteret være? Utled de kravene som må stilles til feltstyrkene E og B . Vis skisse som viser alle felt- og stråleretninger inntegnet.
- e) Vi varierer V_a kontinuerlig så mye rundt $1,0 \cdot 10^3$ V at både $^{35}\text{Cl}^-$ og $^{37}\text{Cl}^-$ kan slippe gjennom hastighetsfilteret som nå er påslått med $B = 0,5$ T og $E = 3,68 \cdot 10^4$ V/m mens B_m nå er satt lik 0,2 T. Hva blir nå avstanden d mellom treffpunktene på detektoren for $^{35}\text{Cl}^-$ og $^{37}\text{Cl}^-$?

Den atomære enhetsmassen er $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg, og elementærladningen er $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C.

Oppgave 4

Et voltmeter med indre resistans $R_v \approx \infty$ kobles til polene på et batteri A. Spenningen over batteriets poler (polspenningen) måles da til 13,5 V.

Et amperemeter med indre resistans $R_a \approx 0$ kobles til polene på batteriet A.

Kortslutningsstrømmen måles da til 15 A.

- a) Finn batteriets elektromotoriske spenning V_A og dets indre resistans R_A .

- b) Et batteri B har elektromotorisk spenning $V_B = 12,0$ V og indre resistans

$R_B = 0,800 \Omega$. Batteriene A og B sammenkobles med like poler til samme side som vist i figuren.

Finn strømmen I_0 i kretsen. Hvor stor er spenningen V_0 mellom punktene 1 og 2 i figuren?

- c) Punktene 1 og 2 kobles sammen med en variabel ytre resistans R . Punktene 1 og 2 virker derfor som poler for det sammensatte batteriet.

Tegn figur. Hva er det sammensatte batteriets indre resistans R_i og hva er det sammensatte

batteriets polspenning V som funksjon av strømmen I i den ytre kretsen når den ytre resistansen R varierer? Tegn en graf for V som funksjon av I .

- d) Hvor stor er den maksimale effekten P_m som det sammensatte batteriet kan levere til den ytre resistansen R , og hvor stor er da R ? Skisser i en graf effekten P i den ytre resistansen som funksjon av strømmen I når den ytre resistansen varierer.

