

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS-MEK1110

Eksamensdag: Mandag 8. juni 2009

Tid for eksamen: Kl. 0900-1200

Oppgavesettet er på 3 sider + formelark

Tillatte hjelpemidler: Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk eller
 Angell, Lian, Øgrim: Fysiske størrelser og enheter: Navn og symboler
 Rottmann: Matematisk formelsamling
 Elektronisk kalkulator av godkjent type.

Kontrollér at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Ved sensur vil alle deloppgaver bli tillagt like stor vekt med mindre annet er oppgitt i oppgaven. Vi forbeholder oss retten til justeringer.

Du må i oppgavene begrunne dine svar. Ubegrunnede svar gir liten uttelling.

Oppgave 1

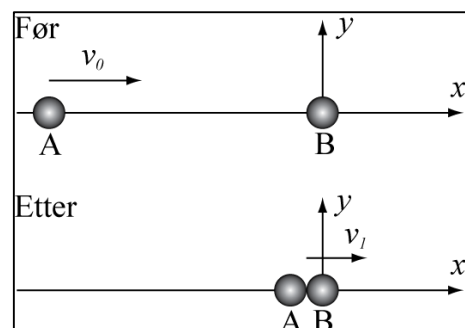
- Du skyver en kloss med konstant hastighet bortover et horisontalt bord. Identifiser kreftene på klossen og tegn et frilegemediagram for klossen.
- Du slipper to stålkuler med identisk form fra tårnet i Pisa. Den ene er hul og den andre er massiv. Hvilken kule når bakken først? Begrunn svaret.
- Ole står på bakken og observerer to samtidige lynnedslag. Lynnedslag A i punktet $x = 0$ km og lynnedslag B i punktet $x = 30$ km. Mari kjører forbi i et romskip med hastigheten $u = 0.8c$ i positiv x -retning. I Oles system befinner hun seg i punktet $x = 60$ km i det lynnedslagene inntreffer. Inntreffer lynnedslagene samtidig i Maris system? Hvis ikke, hvilket lynnedslag inntreffer først?

Oppgave 2

Vi skal i denne oppgaven se på en kollisjon mellom to identiske atomer med masse m . Vi kan betrakte atomene som punktpartikler. Atomene er ikke påvirket av noen ytre krefter. Vi kommer til å analysere kollisjonen først i en forenklet modell og deretter i en mer avansert modell.

La oss først se på en forenklet modell. Systemet vi ser på består av to atomer: atom A beveger seg langs x -aksen med hastigheten v_0 og atom B ligger i ro i origo som illustrert i figuren til høyre. Atomene påvirker ikke hverandre før de treffer hverandre. Etter kollisjonen blir de hengende fast i hverandre.

- Finn hastigheten til massesenteret til systemet før



kollisjonen.

- b) Finn hastigheten til massesenteret til systemet etter kollisjonen. Begrunn svaret.
- c) Hvor stor er endringen i systemets kinetiske energi i løpet av kollisjonen?

Vi skal nå studere en mer avansert modell for kollisjonen. Idet atom A er i avstanden b fra atom B festes de to atomene sammen med en masseløs fjær med fjærkonstant k og likevektslengde b . Atomene forblir deretter festet med denne fjæren. Dette er en forenklet modell for en interatomær vekselvirkning.

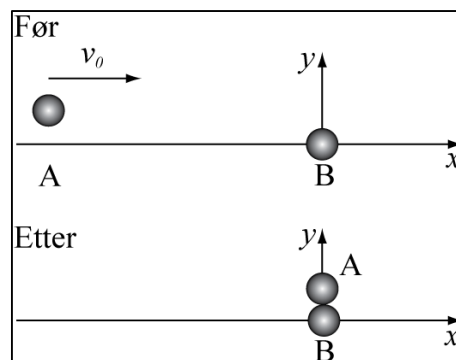
- d) Hva blir hastigheten til massesenteret umiddelbart etter at atomene er koblet sammen med fjæren, dvs når atom A er i avstanden b fra atom B? Hva er endringen i kinetisk energi for systemet før og etter sammenkoblingen?

Vi skal nå se på bevegelsen etter at atomene er koblet sammen med fjæren. Posisjonene til atom A og B er x_A og x_B .

- e) Vis at kraften på atom A er: $F = k((x_B - x_A) - b)$, og finn et tilsvarende uttrykk for kraften på atom B.
- f) (Denne oppgaven teller dobbelt). Skriv et kort program som finner posisjonene og hastighetene til atom A og B ved en tid $t + \Delta t$ gitt posisjoner og hastigheter ved tiden t .
- g) Skisser posisjonen som funksjon av tiden for massesenteret og for hvert av atomene.
- h) (Vanskelig) Hva blir den maksimale avstanden mellom de to atomene?

Kollisjonen vi har sett på så langt er et spesialtilfelle: en sentral kollisjon. La oss nå se på en ikke-sentral kollisjon.

Først ser vi på en forenklet modell som illustrert i figuren til høyre. Atom A beveger seg i x -retningen langs linjen $y = b$ med hastigheten v_0 og atom B ligger i ro i origo som illustrert i figuren til høyre. Atomene påvirker ikke hverandre før de treffer hverandre. Atomene kolliderer idet atom A når $x = 0$. Etter kollisjonen danner atomene et diatomisk molekyl: Atomene blir hengende fast i en avstand b fra hverandre.



- i) Hva blir hastigheten til massesenteret og vinkelhastigheten om massesenteret til systemet etter kollisjonen?

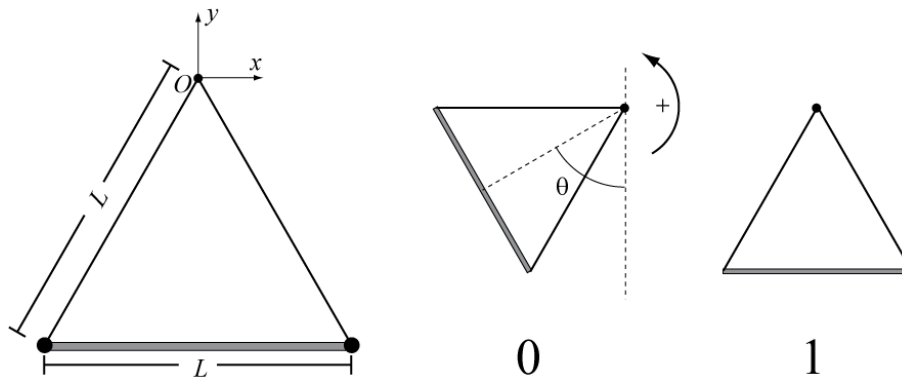
Vi innfører en mer avansert modell for denne kollisjonen også: Idet atom A er i posisjonen $x = 0, y = b$ og atom B er i posisjonen $x = 0, y = 0$ festes de to atomene sammen med en masseløs fjær med fjærkonstant k og likevektslengde b . Atomene forblir deretter festet med denne fjæren.

- j) Skriv om programmet du skrev i oppgave f) til å modellere bevegelsen til atomene i dette tilfellet.

- k) Skisser $X(t)$ og $Y(t)$ for massesenteret etter kollisjonen.
- l) (Vanskelig) Diskuter oppførselen til vinkelhastigheten for rotasjonen om massesenteret til systemet for bevegelsen etter kollisjonen.

Oppgave 3

Vi skal i denne oppgaven studere en pendel som består av to punktmasser, hver med masse m , festet sammen av en masseløs stang med lengde L . To masseløse snorer av lengde L er festet i hvert av massepunktene og i punktet O , slik at pendelen er formet som en likesidet trekant. Pendelen løftes til posisjonen 0 og slippes. Du kan se bort fra luftmotstand.



- a) Finn treghetsmomentet I_O om punktet O for pendelen.
- b) Vis at vinkelakselerasjonen til pendelen om punktet O når den har utslaget θ er
- $$\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{g}{L} \sin \theta.$$
- c) Finn vinkelhastigheten til pendelen om punktet O når den er i den laveste posisjonen.
- d) Idet pendelen når det laveste punktet ryker begge snorene. Beskriv stavens videre bevegelse. Begrunn svaret.

Dette er siste ark i oppgavesettet. Lykke til med oppgavene!