

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

**Eksamen i:** FYS-MEK1110 / FYS-MEF1110

**Eksamensdag:** Fredag 17. august 2007

**Tid for eksamen:** Kl. 0900-1200

**Oppgavesettet er på 3 sider**

**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  
To A4-ark med egne notater (kan beskrives på begge sider)  
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 unntak av oppgave 4b som teller som to deloppgaver. Vi forbeholder oss retten til justeringer.*

### Oppgave 1

- En kule ruller med konstant hastighet bortover et horisontalt bord. Gjør rede for og tegn inn kreftene som virker på kulen.
- I den spesielle relativitetsteorien er det viktig å skille mellom hendelser og observasjoner av hendelser. Forklar hvorfor det er viktig å skille mellom observasjoner av hendelser og hendelsene. Gi et eksempel på at to hendelser A og B inntreffer samtidig i referansesystemet S, men observeres til forskjellig tid av to observatører i ro i referansesystemet S. Gi også et eksempel på at to hendelser A og B ikke inntreffer samtidig i referansesystemet S, men observeres til samme tid av to observatører i ro i referansesystemet S.
- En bil kjører med konstant fart  $v$  over en bakketopp med krumningsradius  $R$ . Finn et uttrykk for ved hvilken hastighet  $v$  bilen mister kontakten med underlaget. Tyngdens akselerasjon er  $g$ . Beskriv bilens bane etter at den har mistet kontakten med underlaget.
- Vi lager en stav av et isotropt elastisk materiale med Youngs modulus  $E$  og Poissons forhold  $\nu$ . Dersom staven strekkes i  $z$ -retningen oppfører den seg som en fjær med fjærkonstant  $k$ . Hva blir fjærkonstanten  $k'$  for strekning i  $z$ -retningen for en stav som i forhold til den opprinnelige staven er dobbelt så lang i  $z$ -retningen, men halvparten så lang i  $x$ -retningen og halvparten så lang i  $y$ -retningen?
- Beskriv en prosess som beskrives av følgende likning:

$$I\omega_0 = (I + mL^2)\omega_1$$

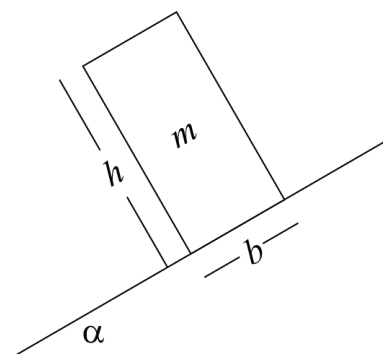
Lag en figur som illustrerer prosessen.

- f) Vi har to identiske bokser med mineralvann. Den ene boksen puttes i fryseren til innholdet har frosset til is. Vi antar at formen til boksen ikke endres. Dersom vi triller de to boksene ned det samme skråplanet, hvilken boks vil komme først ned. Begrunn svaret.

## Oppgave 2

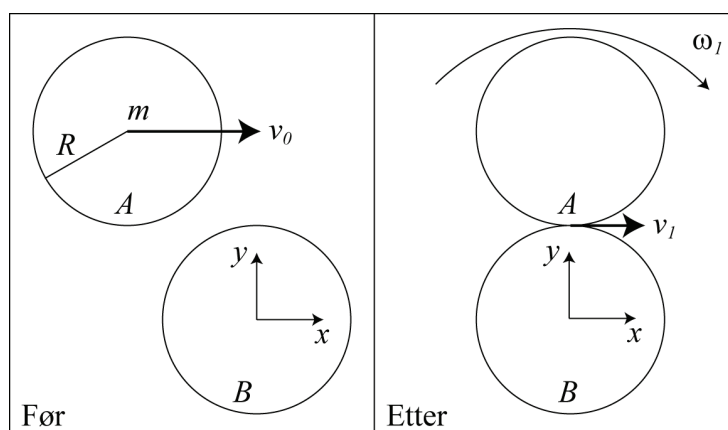
I denne oppgaven skal vi studere en kloss som står på et skråplan. Klossen har masse  $m$ , høyde  $h$  og bredde  $b$  og er laget av et homogent materiale. Skråplanet har vinkelen  $\alpha$  med horisontalen. Den statiske friksjonskoeffisienten mellom klossen og skråplanet,  $\mu$ , er så stor at klossen ikke begynner å skli.

- Skisser kreftene som virker på klossen rett før den tipper.
- Gitt vinkelen  $\alpha$ , bredden  $b$  og massen  $m$  finn ved hvilken høyde  $h$  klossen begynner å tippe.



## Oppgave 3

I denne oppgaven skal vi studere en kollisjon mellom to kuleformede partikler. Vi kan tenke på det som en veldig enkel modell for en kollisjon mellom to atomer som binder seg til hverandre med en sterk (kovalent) binding. Systemet består av to identiske, homogene kuler, kulene  $A$  og  $B$ . Vi velger vårt referansesystem slik at kule  $B$  ligger i ro før kollisjonen. Vi ser på en kollisjon hvor de to kulene akkurat berører hverandre i kollisjonen, som illustrert i figuren. I berøringspunktet hektes de sammen idet de treffer hverandre, og de fortsetter videre som ett, sammenkoblet legeme. Kulene har radius  $R$  og masse  $m$ . Kule  $A$  har hastigheten  $v_0$  før kollisjonen. Tregghetsmomentet til en kule om en akse gjennom massesenteret er  $I_c = \frac{2}{5}mR^2$ .



er  $I_c = \frac{2}{5}mR^2$ .

- Vis at tregghetsmomentet om massesenteret for to kuler som er festet sammen i et punkt på randen av kulene er

$$I = \frac{14}{5}mR^2$$

- Finn hastigheten til legemet etter støtet.
- Finn vinkelhastigheten om massesenteret til legemet etter støtet.

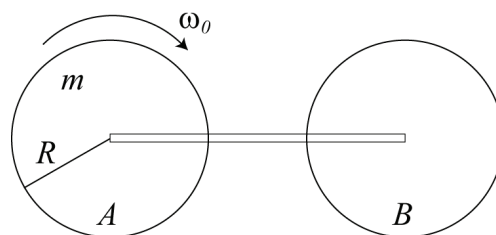
- d) Vis at endringen i kinetisk energi for systemet pga. kollisjonen er  $\Delta K = K_1 - K_0 = -\frac{1}{14}mv_0^2$ .

Vi antar nå at kule  $B$  er festet i sitt massesenter slik at kule  $B$  kan rotere om festepunktet uten friksjon, men kule  $B$  kan ikke forflytte seg translatorisk.

- e) Finn vinkelhastigheten til legemet om massesenteret til kule  $B$  etter støtet.  
f) Finn endringen i kinetisk energi for systemet pga. kollisjonen.

## Oppgave 4

Vi skal i denne oppgaven se på en enkel modell for en lekebil. Bilen består av to store, identiske hjul med masse  $m$  og radius  $R$  festet sammen med en masseløs stang som illustrert i figuren. Hjulene kan rotere friksjonsfritt om festene i stangen. Til å begynne med gis det bakerste hjulet (hjul  $A$ ) en vinkelhastighet  $\omega_0$  med positiv retning med klokken som illustrert i figuren. Det forreste hjulet (hjul  $B$ )



holdes i ro. Bilen settes så ned på et flatt, horisontalt underlag og slippes. Vi antar at i begynnelsen vil det bakerste hjulet (hjul  $A$ ) skli mot underlaget, mens det forreste hjulet (hjul  $B$ ) vil rulle uten å skli. Du kan også anta at bilen forblir horisontal gjennom hele bevegelsen.

Den dynamiske friksjonskoeffisienten mellom hjul  $A$  og underlaget er  $\mu$ , tyngdens akselerasjon er  $g$  og treghetsmomentet om massesenteret for hvert av hjulene er  $I$ .

- a) Tegn et frilegemediagram for hvert av de tre legemene (hjul  $A$ , hjul  $B$  og stangen) som viser kreftene som virker på hvert legeme.  
b) (Vanskelig. Teller som to deloppgaver) Vis at akselerasjonen til bilen i det den settes ned på underlaget er:

$$a = \frac{\mu}{2+c}g, \text{ hvor } c = \frac{I}{mR^2}$$

- c) Finn vinkelhastigheten til hjul  $A$  som funksjon av tiden. (Uttrykket vil kun være gyldig frem til det bakerste hjulet begynner å rulle uten å skli.)  
d) Finn hvor lang tid det tar før begge hjulene ruller uten å skli. Beskriv bevegelsen til bilen deretter.

\*\*\*

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