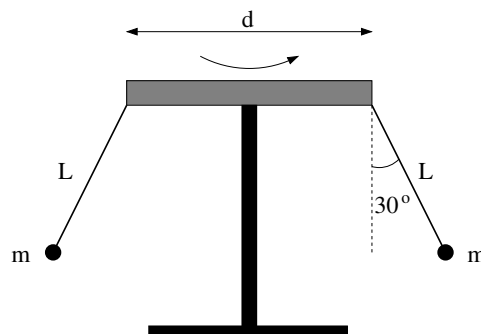


1. Ei kompakt stålkule har masse 345 g. Hvor stor er diameteren?  
Stål har massetetthet  $7.87 \text{ g/cm}^3$ .
2. Neil Armstrong befinner seg på en flat måneslette og kaster en månestein horisontalt. Steinen forlater Armstrongs hånd 1.7 m over bakken med fart 18 m/s. Hvor langt unna Armstrong lander steinen? Tyngdens akselerasjon på månen er  $1/6$  av verdien her på jorda.
3. En bordtennisball har masse 2.7 g og kolliderer elastisk med en vegg. I løpet av kollisjonen øker kraften fra veggen på ballen lineært med tiden i 1 ms for deretter å avta på samme vis til null det neste millisekundet. Ballen har hastighet 25 m/s normalt inn mot veggen før kollisjonen og like stor hastighet i motsatt retning etter kollisjonen. Hva er maksimal kraft mellom vegg og ball i løpet av kollisjonen?
4. Kompakte stålkuler kastes ut fra toppen av Empire State Building i New York. Anta at kulene, uansett størrelse, oppnår terminalhastighet  $v_t$  før de treffer bakken. Med hvilken faktor øker det "terminale" effekttapet pga luftmotstand (dvs når maksimal hastighet  $v_t$  er oppnådd) hvis kulenes diameter økes med en faktor 4? Friksjonskraften pga luftmotstand kan antas å være proporsjonal med kulenes tverrsnitt  $A$  og kvadratet av kulenes hastighet  $v$ , dvs  $f = \rho A C_d v^2 / 2$ . Her er  $\rho$  det omgivende fluidets massetetthet, og  $C_d$  er objektets dragkoeffisient (ca 0.5 for kuler).
5. En planet med masse  $m$  går i sirkelbane med konstant hastighet (i absoluttverdi) rundt en stjerne med masse  $M$ . Radian i banen er  $1.5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ , og omløpstida er 1 år. Hva er stjernens masse  $M$ ?
6. En svingkarusell med diameter  $d = 10 \text{ m}$  roterer slik at de tilnærmet masseløse tauene med lengde  $L = 7.0 \text{ m}$  danner en vinkel på 30 grader med vertikalen:



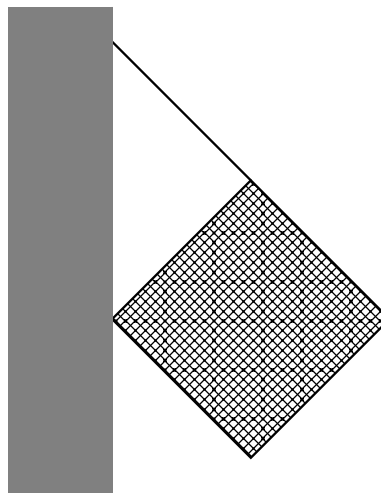
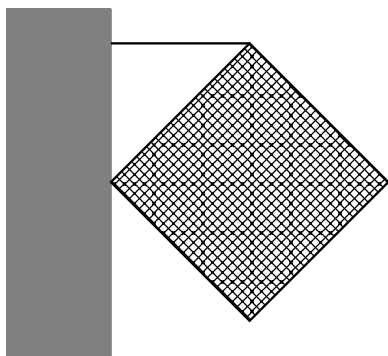
Personen i enden av tauet kan betraktes som en punktmasse (masse  $m$ ). Hva er karusellens omløpstid?

7. En kloss med masse 0.50 kg og fart 0.30 m/s glir på ei friksjonsfri bordplate. Den kolliderer i et sentralt og elastisk støt med en kloss som har masse 0.10 kg, og som i utgangspunktet ligger i ro. Hva er farten til klossen med masse 0.10 kg etter støtet?

8. En person med masse 80 kg står helt ytterst på et stupebrett. Stupebrettet har en jevnt fordelt masse 120 kg og er forankret til vertikale pillarer midt på og i motsatt ende. Hva er kraften på stupebrettet fra pillaren under stupebrettets midtpunkt?

9. Ei kvadratrisk plate med masse 3.6 kg er festet til en vertikal vegg med ei horisontal og tilnærmet masseløs snor (se figuren under, til venstre). Det er tilstrekkelig med friksjon mellom vegg og plate til at plata blir hengende som vist i figuren, med tyngdepunktet i samme høyde som det hjørnet som har kontakt med vegg. Hva er snordraget  $S$ ?

(Tips: Rotasjonslikevekt med hensyn på kontaktpunktet mellom vegg og plate.)



10. Ei kvadratrisk plate med masse 3.6 kg er festet til en vertikal vegg med ei tilnærmet masseløs snor (se figuren over, til høyre). Det er tilstrekkelig med friksjon mellom vegg og plate til at plata blir hengende som vist i figuren, med tyngdepunktet i samme høyde som det hjørnet som har kontakt med vegg. Snora er parallell med platas ene sidekant. Hva er snordraget  $S$ ?

(Tips: Rotasjonslikevekt med hensyn på kontaktpunktet mellom vegg og plate.)

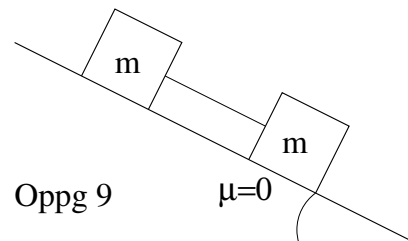
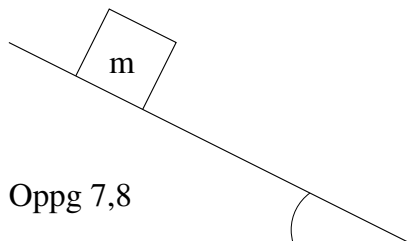
I oppgavene 11 – 13 kjøres det karusell. Karusellen starter ved  $t = 0$ , stopper ved  $t = 2\pi/\omega_0$ , og har underveis en vinkelhastighet som kan uttrykkes på formen

$$\omega(t) = \omega_0 (1 - \cos \omega_0 t),$$

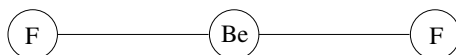
med  $\omega_0 = 0.2 \text{ s}^{-1}$ . Karusellen har radius  $R = 6.0 \text{ m}$ . En person med masse  $70 \text{ kg}$  har plassert seg helt ytterst på karusellen.

11. Hva er personens maksimale hastighet underveis?
12. Hvor lang strekning har personen tilbakelagt i løpet av karusellturen?
13. Med referansepunkt (origo) i sentrum av karusellen, hva er maksimalt dreiemoment som personen blir utsatt for underveis?

En kubisk kloss (alle sidekanter like lange) med masse  $0.15 \text{ kg}$  er plassert på et skråplan. Statisk og kinetisk friksjonskoeffisient mellom kloss og skråplan er hhv  $\mu_s = 0.60$  og  $\mu_k = 0.49$ . Oppgavene 14 – 16 dreier seg om dette systemet.



14. Hvor stor vinkel kan skråplanet maksimalt danne med horisontalen uten at klossen skal begynne å gli?
15. Anta at klossen glir. Hva må skråplanets helningsvinkel være for at klossen skal gli nedover med konstant hastighet?
16. En kloss nr to plasseres på skråplanet nedenfor klossen som hittil er beskrevet. De to klossene forbindes med ei tilnærmet masseløs snor (parallel med skråplanet). Kloss nr to er så glatt at vi kan se bort fra friksjon mellom denne klossen og skråplanet. De to klossene har like stor masse. Anta at klossene glir. Hva må skråplanets helningsvinkel nå være for at de to klossene skal gli nedover med konstant hastighet?



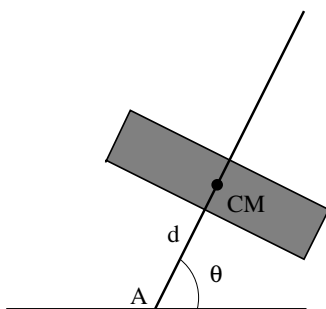
17. Berylliumdifluorid,  $\text{BeF}_2$ , er et lineært molekyl (F–Be–F) med Be i midten. Atomære masser er  $9u$  for Be og  $19u$  for F. Avstanden mellom Be og hvert av de to F-atomene er  $133 \text{ pm}$ . Hvor stort er da molekylets treghetsmoment, mhp en akse gjennom massesenteret og normalt på molekylets akse?

18. En miljøvennlig trikk drives ved å utnytte den kinetiske energien i ei roterende kompakt metallskive med diameter  $150 \text{ cm}$  og masse  $1200 \text{ kg}$ . Hva er skivas kinetiske energi når den gjør  $3000$  omdreininger pr minutt?

19. Ei bowlingkule har masse  $7.2 \text{ kg}$  og diameter  $22 \text{ cm}$ . Vi antar at kula er kompakt, med uniform massefordeling. Kula kastes slik at den treffer gulvet essensielt horisontalt, med startfart (for kulas massesenter)  $8.0 \text{ m/s}$ , men uten rotasjon (om massesenteret). Kinetisk friksjonskoeffisient mellom kule og gulv er  $0.12$ . Hvor lang tid tar det før kula roterer med vinkelhastighet  $30 \text{ rad/s}$  om massesenteret? (Kula glir i hele dette tidsrommet.)

(Tips: Newtons 2. lov for rotasjon om en akse gjennom kulas massesenter.)

20.



En snurrebass spinner raskt omkring sin egen akse, samtidig som dens massesenter preseserer langsomt omkring den vertikale aksen. Snurrebassens akse danner en vinkel  $\theta = 60^\circ$  med horisontalplanet. Avstanden fra det faste kontaktpunktet A til snurrebassens massesenter er  $d = 5.0 \text{ cm}$ . Massen til snurrebassen er  $m = 45 \text{ g}$ . Hvor stort ytre dreiemoment virker på snurrebassen, når vi velger kontaktpunktet A som referansepunkt?