

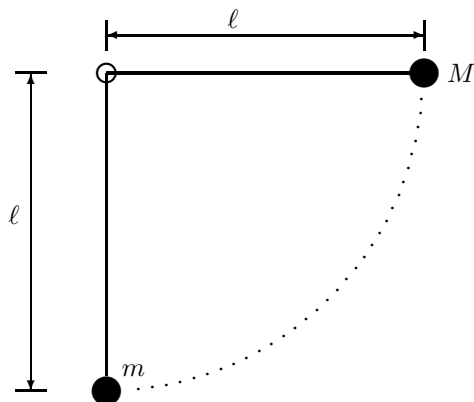
## Øving 4

Veiledning: 19.-21. sep.

Gruppeinndelingen finner du på emnets nettside.

Innlevering: Fredag 22. sep. kl. 12:00

Lever øvinger i bokser utenfor R4.

Oppgave 1. Elastisk støt

To stålkuler, med masser  $M$  og  $m$ , er hengt opp i samme punkt med tynne snorer, begge med lengde  $\ell$ . Kula med masse  $M$  trekkes ut til snora er horisontal (og strukket), og slippes så. Den svinger nedover, treffer kula med masse  $m$  ("sentralt støt") – og kulene spretter fra hverandre igjen. Anta fullstendig elastisk støt og vektløse snorer. Betrakt kulene som punktmasser. Tyngdens akselerasjon er  $g$ .

Vi bruker  $V$  og  $S$  for hastighet og snordrag knyttet til masse  $M$ ; samt  $v$  og  $s$  for hastighet og snordrag knyttet til masse  $m$ . Umerket før støtet og merket ( $'$ ) etter støtet.

- a.** Finn uttrykk for hastigheten  $V$  til kula med masse  $M$  og strekket  $S$  i snora som masse  $M$  henger i, *like før støtet*.
- b.** Finn så uttrykk for hastigheten  $V'$  til kula med masse  $M$  og hastigheten  $v'$  til kula med masse  $m$  *like etter støtet*. Sjekk om grensene  $M \ll m$  og  $M \gg m$  gir det du forventer.
- c.** Finn dernest uttrykk for snorkreftene  $S'$  og  $s'$  like etter støtet.
- d.** Sett tilslutt inn  $M = 10,0 \text{ g}$ ,  $m = 20,0 \text{ g}$ ,  $\ell = 1,00 \text{ m}$  og  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , og finn  $V$ ,  $V'$ ,  $v'$ ,  $S$ ,  $S'$  og  $s'$  numerisk. Kontroller at uttrykkene dine gir riktige dimensjoner (enheter).

Oppgave 2. Ishockey: Ikke-sentralt støt

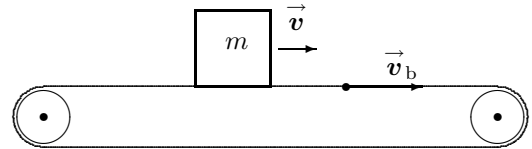
En ishockeypuck med hastighet  $v_1 = 40 \text{ m/s}$  treffer en annen ishockeypuck som ligger i ro på isen (med neglisjerbar friksjon). De to puckene har samme masse. Etter støtet observerer vi at den ene pucken beveger seg ut fra kollisjonspunktet i en vinkel  $\alpha = 30^\circ$  og den andre i en vinkel  $\beta = 45^\circ$  i forhold til retningen den innkommende pucken beveget seg i før støtet.

- a.** Tegn figur!
- b.** Hvor stor er farten til hver av de to puckene like etter støtet?
- c.** Hvor stor brøkdelen av den kinetiske energien går tapt i støtet?

(forts.)

### Oppgave 3. Friksjon, bevegelsesmengde og energi på transportband

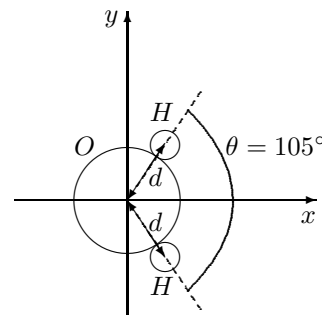
En kartong med masse  $m$  slippes loddrett ned på et transportband som beveger seg med konstant hastighet  $\vec{v}_b$ , se figur. Kartongen får etterhvert samme hastighet som bandet. Den kinetiske friksjonskoeffisienten er  $\mu_k$ .



- Hvor stort arbeid utfører friksjonskrafta?
- Hvor langt,  $x_k$ , transporteres kartongen i forhold til bakken før den får samme hastighet som bandet?
- Hvor lang tid tar det for kartongen å oppnå samme hastighet som transportbandet?
- Hvor langt har bandet beveget seg på denne tida?
- Hvor mye energi må transportbandet tilføres? (Se bort fra friksjon i bandets drivhjul).

### Oppgave 4. Massefellespunkt.

Figuren viser en enkel modell av et vannmolekyl. Vi kan betrakte atomene som punktmasser fordi omtrent hele atomets masse er knyttet til atomkjernen, som utgjør ca.  $10^{-5}$  av atomets utstrekning. Oksygenatomets masse er 16 u og hydrogenatomets masse er 1 u. Finn posisjonen til vannmolekylets massefellespunkt uttrykt ved avstanden  $d$  mellom oksygenkjernen og hydrogenkjernene.



### Oppgave 5. Rakett

En rakett befinner seg ute i verdensrommet, tilstrekkelig langt unna himmellegemer til at gravitasjonskreftene på raketten kan neglisjeres. Hastigheten kan endres med å sette på rakettmotoren. Denne forbruker  $\beta = 480 \text{ kg/s}$  av rakettenes drivstoff og den utbrente gassen har en relativhastighet på  $u_{\text{ex}} = 3,27 \text{ km/s}$  i.f.t. raketten. Rakettenes masse inklusiv brennstoff før rakettmotoren settes på er  $m_0 = 2,55 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .

Vi betrakter raketten i et koordinatsystem som flytter seg med rakettenes hastighet  $v_0$  før motorene settes på. Framdriften kan beskrives infinitesimalt ved at det i en tid  $dt$  skytes ut eksos  $dm$  med hastighet  $u_{\text{ex}}$  mot venstre og slik at den gjenværende delen av raketten med masse  $m - dm$  oppnår hastighet  $dv$  mot høyre.

- Sett opp bevaring av bevegelsesmengde i den infinitesimale prosessen.
- Finn rakettenes akselerasjon  $a = dv/dt$  uttrykt med  $u_{\text{ex}}$ ,  $\beta$  og  $m$ . Finn tallverdi idet motoren settes på (når størrelser er som oppgitt).
- Rakettenes motor står på i 60,0 sek. Hvilken hastighetsøkning er oppnådd i dette tidsrommet?

Utvalgte fasitsvar:

1d)  $V' = -1,48 \text{ m/s}$ ,  $s' = 0,37 \text{ N}$ .    2c: 20 %;    3d:  $2x_k$ ,    3e:  $mv_b^2$ ;    4:  $x_{\text{cm}} = 0,068 d$ ,  $y_{\text{cm}} = 0$ ;  
5b:  $6,16 \text{ m/s}^2$ ;    5c:  $392 \text{ m/s}$ .