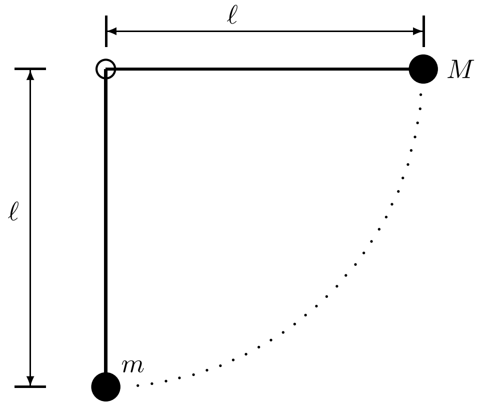
TFY4115 Fysikk (MTELSYS/MTTK/MTNANO)
Øving 4

Veiledning: Man 26. sep. 14:15-16 og ons 28. sep. 10:15-12. Gruppeinndelingen finner du på emnets nettside.
Innlevering: Torsdag 29. sep. kl. 12:00 Lever øvinger i bokser utenfor R1.

Oppgave 1. Elastisk støt



To stålkuler, med masser M og m, er hengt opp i samme punkt med tynne snorer, begge med lengde ℓ. 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 hastighten 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 $M = 10,0\,\mathrm{g}$, $m = 20,0\,\mathrm{g}$, $\ell = 1,00\,\mathrm{m}$ og $g = 9,81\,\mathrm{m/s^2}$, 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 $v_1 = 40\,\mathrm{m/s}$ 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 $\alpha = 30°$ og den andre i en vinkel $\beta = 45°$ i forhold til retningen den innkommende pucken beveget seg i før støtet.

a. Tegn figur!

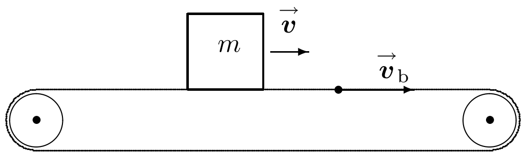
b. Hvor stor er farten til hver av de to puckene like etter støtet?

c. Hvor stor brøkdel 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 $\vec{v}_\mathrm{b}$, se figur. Kartongen får etterhvert samme hastighet som bandet. Den kinetiske friksjonskoeffisienten er μ_k.



a. Hvor stort arbeid utfører friksjonskrafta?

b. Hvor langt, x_k, transporteres kartongen i forhold til bakken før den får samme hastighet som bandet?

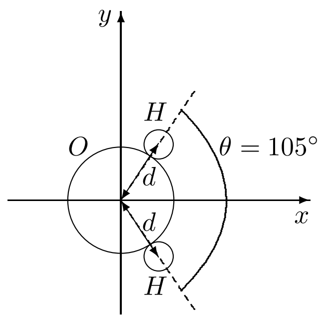
c. Hvor lang tid tar det for kartongen å oppnå samme hastighet som transportbandet?

d. Hvor langt har bandet beveget seg på denne tida?

e. 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 masser 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 $\beta = 480\,\mathrm{kg/s}$ av rakettens drivstoff og den utbrente gassen har en relativhastighet på $u_\mathrm{ex} = 3,27\,\mathrm{km/s}$ i.f.t. raketten. Rakettens masse inklusiv brennstoff før rakettmotoren settes på er $m_0 = 2,55 \cdot 10^5\,\mathrm{kg}$.

Vi betrakter raketten i et koordinatsystem som flytter seg med rakettens hastighet v_0 før motorene settes på. Framdriften kan beskrives infinitesimalt ved at det i en tid $\mathrm{d}t$ skytes ut eksos $\mathrm{d}m$ med hastighet u_ex mot venstre og slik at den gjenværende delen av raketten med masse $m - \mathrm{d}m$ oppnår hastighet $\mathrm{d}v$ mot høyre.

a. Sett opp bevaring av bevegelsesmengde i den infinitesimale prosessen.

b. Finn rakettens akselerasjon $a = \mathrm{d}v/\mathrm{d}t$ uttrykt med u_ex, β og m. Finn tallverdi idet motoren settes på (når størrelser er som oppgitt).

c. Rakettens motor står på i 60,0 sek. Hvilken hastighetsøkning er oppnådd i dette tidsrommet?

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