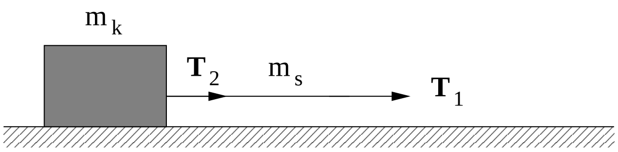
Lørdagsverksted i fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2007.
Veiledning: 15. september kl 12:15 – 15:00.

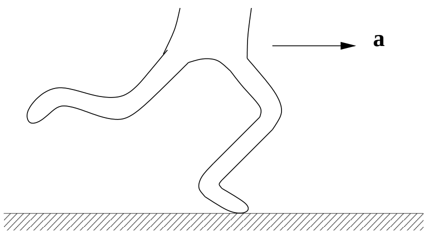
Øving 2: Krefter. Newtons lover. Dreiemoment.

Oppgave 1

a) Du trekker en kloss bortover et friksjonsløst underlag ved å trekke i den ene enden av ei snor med masse m_s. Klossen har masse m_k og er festet i den andre enden av snora. Bestem forholdet T_1/T_2 mellom den kraften som du trekker med og den kraften som snora trekker klossen med. Hva blir dette forholdet dersom snoras masse kan neglisjeres?

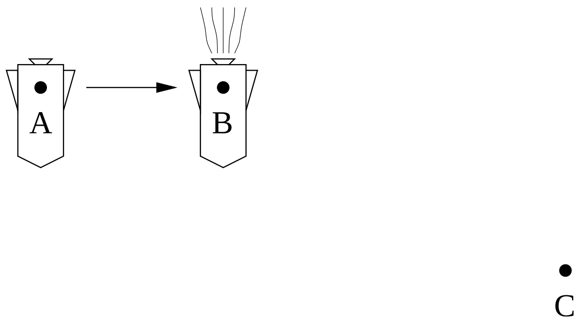


b) Figuren nedenfor viser en sprinter like etter starten på en hundremeter. "Bildet" er tatt på et tidspunkt da akselerasjonen $\boldsymbol{a}$ peker horisontalt og framover. Tegn et fritt-legeme-diagram som viser *alle* (ytre) krefter som virker på sprinteren.

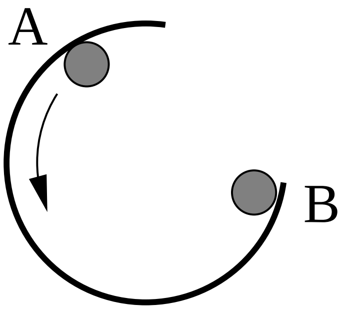


Oppgave 2

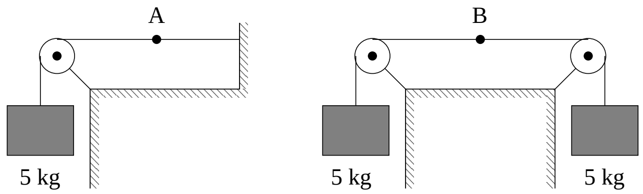
a) Et romskip svever sidelengs, fra A til B, uten påvirkning av noen form for ytre krefter. I posisjon B startes motoren slik at romskipet utsettes for en konstant kraft til det er framme ved posisjon C. Her slås motoren av. Skisser (kvalitativt) banen som romskipet følger mellom B og C, og videre banen fra C etter at motoren er slått av.



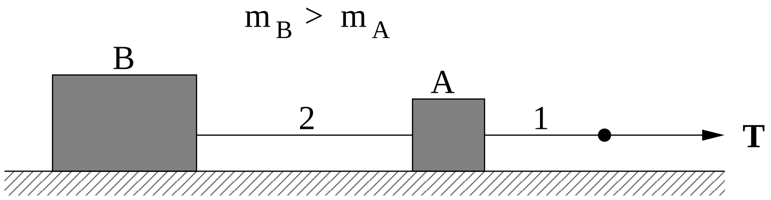
b) En klinkekule triller på et bord, på innsiden av et sirkelformet "gjerde" (som ikke dekker hele sirkelen). Skisser klinkekulens bevegelse etter at den passerer posisjon B.



c) Bestem forholdet mellom snordraget i posisjon A og posisjon B i figuren nedenfor:

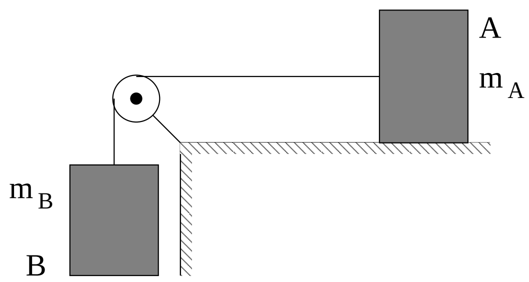


d) Tenk deg at du trekker to klosser A (den letteste) og B (den tyngste) bortover et friksjonsløst bord med en konstant kraft $\boldsymbol{T}$:



Snora som du trekker i (1) er festet til kloss A, mens klossene er forbundet med ei anna snor (2). Begge snorene er så lette at du kan se bort fra deres masse.
Sammenlign kraften fra snor 1 på kloss A (F_{1A}) med kraften fra snor 2 på kloss B (F_{2B}). (Dvs: Er de like store? Hvis ikke, hvilken er størst?)
Bestem akselerasjonen til de to klossene.

e) I figuren nedenfor holder du først kloss A fast. Deretter slipper du den. Sammenlign snordraget før og etter du slipper kloss A. (Se bort fra friksjon og anta masseløs snor og trinse.) Bestem akselerasjonen til de to klossene.

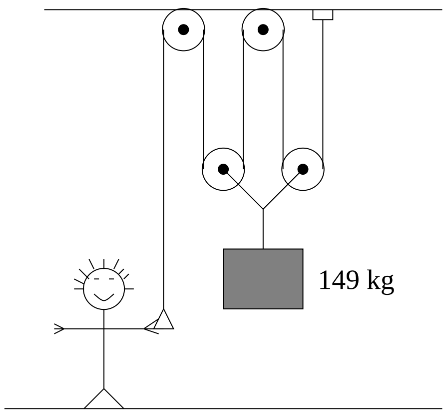


Oppgave 3

En bil kjører på en isete vei og kommer inn i en sving. Svingen utgjør en sirkelbue med radius 350 m, og med en dosering på 5.1°. Anta at det ikke er friksjon mellom dekk og vei. Hvor stor hastighet må bilen ha for å unngå å skli av veien?

Oppgave 4

Du ønsker å løfte en pakke som har masse 149 kg. For å få til dette har du bestemt deg for å ta i bruk fire trinser og et tau (se figur nedenfor). Tau og trinser har neglisjerbar masse i forhold til pakken, og trinsene kan rotere uten nevneverdig friksjon. Med hvor stor kraft må du dra i tauet for å løfte pakken?



Oppgave 5

To lodd med masser hhv $m_1 = 1.0$ kg og $m_2 = 1.1$ kg er festet i hver sin ende av et tau som henger over ei trinse. Se bort fra massen til tau og trinse. Massen m_2 hviler på ei vekt mens m_1 henger i løse lufta. Lag en enkel skisse av systemet og angi kreftene som virker på hver av de to loddene. Hva viser vekta? Hva er strekk-krafta i tauet?
På loddet med masse m_1 hekter du nå på et lodd med masse m_2. Hvor stor akselerasjon får loddene? Hva blir nå strekk-krafta i tauet?

Oppgave 6

En kasse fylt med stein skal tippes av et lasteplan. Friksjonskoeffisienten for statisk friksjon mellom kassen og lasteplanet er μ. Lasteplanet heves sakte fra sin horisontale stilling. Hvor stor er lasteplanets helningsvinkel θ_c når kassen begynner å gli?
[Kommentar: Det kan hende at kassen velter i stedet for å begynne å gli. Hvilke størrelser vil være avgjørende for om kassen glir eller velter?]

Oppgave 7

En gutt med masse m_1 står på en svært glatt, horisontal isflate og trekker med ei kraft T i et tau som er festa til en kjelke med masse m_2. Avstanden mellom gutten og kjelken er opprinnelig s_0. Vi antar at det ikke er friksjon, at snordraget er konstant og at tauet er masseløst.

a) Finn uttrykk for guttens akselerasjon a_1 og kjelkens akselerasjon a_2.

b) Hvor langt fra guttens opprinnelige posisjon møtes de?

c) Kontroller at resultatet fra punkt b) er rimelig for de spesielle tilfellene $m_1 \gg m_2$ og $m_1 \ll m_2$.

Oppgave 8

En mann som har en masse på 75 kg, står inne i en heis som beveger seg oppover. Snordraget i heiskabelen er 8.30 kN. Mannen står på en vekt. Den totale massen av heis, mann og vekt er 750 kg.

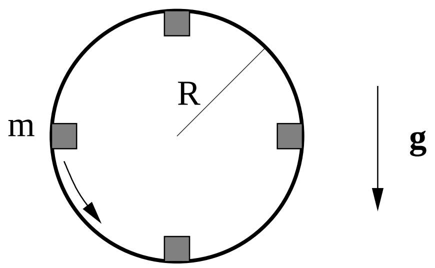
a) Hva er akselerasjonen til systemet?

b) Hvilken verdi avleser mannen på vekta (i kg)?

c) Hva er heisens hastighet v ved tida $t = 3.0$ s når $v(t = 0) = 0$?

Oppgave 9

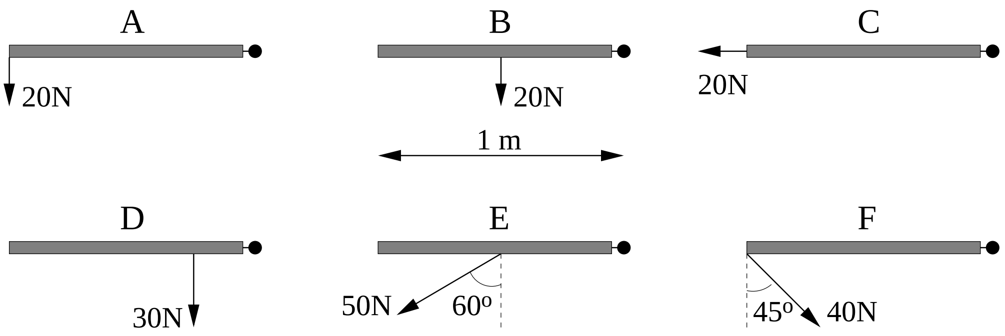
En liten kloss glir uten friksjon på innsiden av en vertikaltstilt ring. Klossen har tilstrekkelig stor hastighet til at den ikke mister kontakten med ringen.



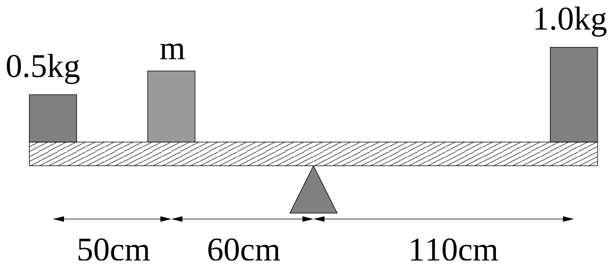
Tegn inn alle krefter samt den totale kraften som virker på klossen i hver av de fire angitte posisjonene. Hvor stor må klossens hastighet være på toppen av ringen for at den ikke skal miste kontakt med ringen?

Oppgave 10

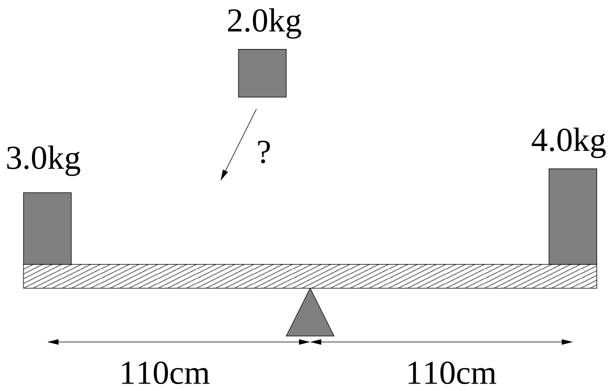
a) Figuren nedenfor viser hengslede dører som er utsatt for ulike krefter. Ranger dreiemomentene (med hensyn på aksen gjennom hengslene) τ_A - τ_F.



b) Bommen nedenfor er i balanse. (Dvs: Det totale dreiemomentet omkring støttepunktet er null.) Hvor stor er da massen m?

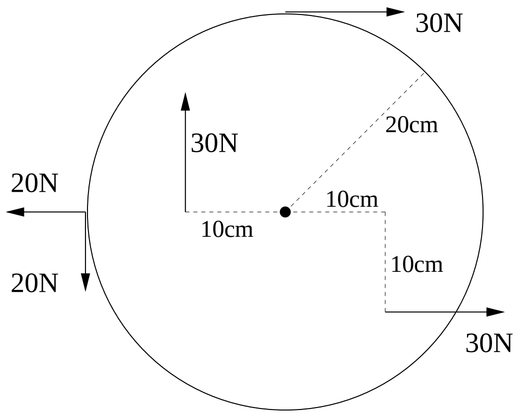


c) Hvor må 2kg-loddet plasseres hvis bommen nedenfor skal være i balanse?



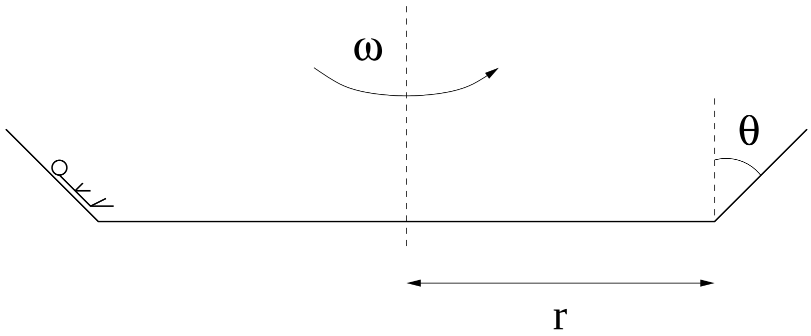
d) En mutter med skruediameter 8 mm har rustet fast. Rusten representerer en "friksjonskraft" på inntil 12500 N mellom skrue og mutter. Hvor lang skiftenøkkel trenger du for å løsne mutteren dersom du er i stand til å skyve eller dra med en kraft på 250 N?

e) Skiva nedenfor kan rotere omkring senteraksen. Bestem det totale dreiemomentet med hensyn på denne aksen. Hvilken vei vil skiva begynne å rotere dersom den opprinnelig var i ro?



Oppgave 11

Vi skal i denne oppgaven se på en karusell med radius r som roterer om symmetriaksen sin. Sidene i karusellen danner en vinkel θ med vertikalretningen. En person med masse m som kjører med karusellen stiller seg på et horisontalt gulv og lener seg opp mot veggen mens karusellen setter opp farten. Når vinkelhastigheten til karusellen, ω, er tilstrekkelig stor, vil personen, som mot karusellveggen har (statisk) friksjonskoeffisient μ, være som klistret til veggen. På dette tidspunkt faller det horisontale gulvet bort, og friksjonskraft gjør at personen henger igjen på veggen.



Tyngdeakselerasjonen er g. Karusellen er videre så stor at du kan regne med at (hele) personen befinner seg i fast avstand r fra senteraksen.

a) Anta først at sideveggene på karusellen er vertikale. Vis at den minste vinkelhastigheten som gjør at personen holdes fast på veggen av friksjon er

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\mu r}}$$

b) Nå lar vi $0 \leq \theta < \pi/2$ og tillater altså at veggene heller utover, slik som illustrert i figuren over. Hva er nå den minimale vinkelhastighet $\omega_{\min}(\theta)$ som gjør at personen som kjører i karusellen holdes fast på veggen av friksjon?

c) Anta nå at sideveggene først er loddrette og at ω holdes fast på verdien ω_0, dvs den vinkelhastigheten som gjør at personen akkurat henger fast. Sideveggene helles så langsomt utover. Ved hvilken vinkel θ_0 blir karusellturen lite hyggelig, idet personen sklir ut av karusellen?

d) Karusellen har radius 10 m og friksjonskoeffisienten μ er 0.7. Bestem tallverdier for vinkelhastigheten ω_0. Hvor lang tid bruker da karusellen på en omdreining, og med hvilken hastighet beveger personen på veggen seg? Finn også tallverdi for vinkelen θ_0.