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

Løsningsforslag til øving 2: Krefter. Newtons lover. Dreiemoment.

Oppgave 1

a) I de fleste oppgaver med snorer og tau er snorene og tauene så lette i forhold til resten av systemet at de kan regnes som masseløse. Da bruker vi, trolig uten å reflektere noe særlig over det, at det såkalte snordraget er like stort alle steder i en gitt snor. Her har snora en masse m_s, og vi skal se at vi ikke uten videre kan gå ut fra at snordraget er det samme i hele snora.
Vi kan f.eks. starte med å betrakte hele systemet, dvs snor og masse, og bruke Newtons 2. lov. Det gir

$$T_1 = (m_k + m_s)a$$

der a er akselerasjonen som klossen og snora får når vi trekker med en (ytre) kraft T_1.
La oss deretter betrakte punktet der snora er festet til klossen og bruke Newtons 3. lov. Det er gitt (i oppgaven) at snora trekker på klossen med kraften T_2, mot høyre. I følge Newtons 3. lov må da klossen trekke på snora med kraften $-T_2$, dvs mot venstre.
Newtons 2. lov anvendt på snora alene gir da

$$T_1 - T_2 = m_s a$$

mens tilsvarende for klossen alene gir

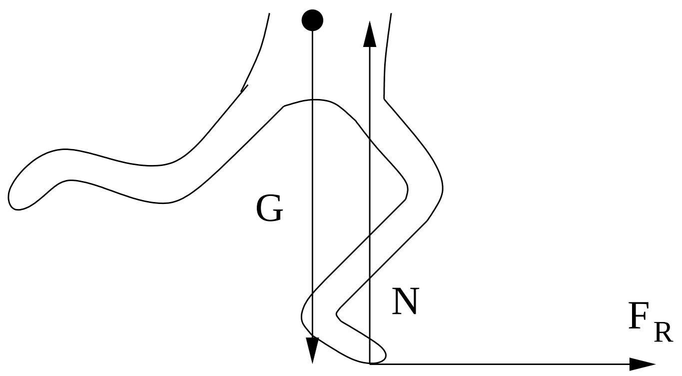
$$T_2 = m_k a$$

Nå har vi i alt tre ligninger, men det er selvsagt bare to av dem som er uavhengige. (Eksempelvis får vi den første ved å legge sammen de to siste ligningene.) Forholdet mellom snordragene i snoras to ender finner vi f.eks. ved å dividere den første med den siste ligningen:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{(m_k + m_s)a}{m_k a} = 1 + \frac{m_s}{m_k}$$

Vi ser at T_1 er større enn T_2, noe som er naturlig: *Vi* må bruke en større kraft på hele systemet, snor og masse, enn snora må bruke på klossen for å oppnå en og samme akselerasjon, i og med at hele systemet har større masse enn en del av det (klossen).
Dersom snoras masse kan neglisjeres, ser vi at vi får $T_1/T_2 = 1$, som vi bruker "uten videre" for masseløse snorer.

b) I et fritt-legeme-diagram erstatter vi systemets omgivelser med alle kreftene som omgivelsene påvirker systemet med. Her er "systemet" sprinteren, mens "omgivelsene" er underlaget hun løper på. Her er det gitt at akselerasjonen $\boldsymbol{a}$, og dermed resultantkraften $\boldsymbol{F}$ peker horisontalt og framover. Da kan vi tegne følgende fritt-legeme-diagram:



Forklaring: Akselerasjonsvektoren $\boldsymbol{a}$ har ingen komponent vertikalt. Da kan heller ikke resultantkraften på sprinteren ha noen komponent vertikalt. Vi vet at jorda virker på sprinteren med en tiltrekkende *gravitasjonskraft*, i figuren angitt som $\boldsymbol{G}$. Dermed *må* underlaget virke på sprinteren med en *normalkraft* $\boldsymbol{N}$ som er like stor som $\boldsymbol{G}$ i absoluttverdi, men som har motsatt retning. Gravitasjonskraften fra jorda virker på hver eneste lille massebit som sprinteren er satt sammen av. Den totale gravitasjonskraften, eller tyngdekraften er vektoren $\boldsymbol{G}$, og den påvirker sprinteren som om hele hennes masse var samlet i ett punkt, det såkalte massesenteret (også kalt massemiddelpunktet). Vi tegner derfor $\boldsymbol{G}$ med "angrepspunkt" nettopp der. Normalkraften $\boldsymbol{N}$, *fra* underlaget *på* sprinteren, skyldes at en del atomlag i kontaktflaten mellom sko og underlag presses sammen når foten settes ned. Vi tegner derfor som regel $\boldsymbol{N}$ med angrepspunkt nettopp i kontaktflaten mellom det som utøver kraften (her: underlaget) og det som påvirkes av kraften (her: sprinteren). På grunn av Newtons 3. lov må det også være slik at sprinteren utøver en normalkraft $-\boldsymbol{N}$ på underlaget og en gravitasjonskraft $-\boldsymbol{G}$ på jorda. Men i et slik fritt-legeme-diagram er vi kun interessert i kreftene som virker *på* legemet, dvs sprinteren.
...friksjonen...