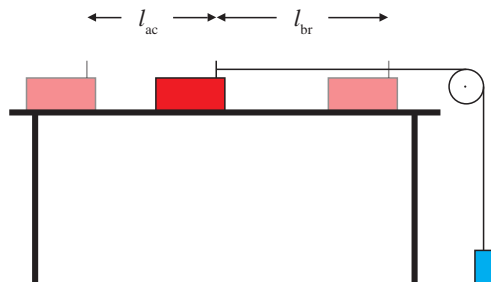


Gnidningskoefficient

INDERMOHAN SINGH WALIA, Egedal Gymnasium & HF.

Dette simple eksperiment kan benyttes til bestemmelse af gnidningskoefficient for gnidning mellem en klods og underlag. Af udstyr kræves blot en letløbende trisse, stativværk, klods, lod og snor. Opstillingen er som nedenfor:



Klodsens accelereres fra hvile til en maksimal fart pga. loddets fald, men bremses herefter pga. gnidning mellem klodsens og underlaget. Vi benytter arbejdssætningen på klodsens under hele forløbet, idet de interessante ydre kræfter på klodsens under accelerationsstykket (l_{ac}) er snorkraften (F_s) og gnidningskraften (F_{gn}), mens det under bremsestykket (l_{br}) blot er gnidningskraften. Desuden haves naturligvis tyngdekraften og normalkraften på klodsens. Accelerationslængden er længdestykket fra klodsens er i hvile til det sted på bordet, som klodsens passerer, mens loddet til samme tid rammer gulvet, hvorved snorkraften forsvinder. Bremselængden er længden fra ovennævnte punkt, hvor snorkraften forsvinder til det sted, hvor klodsens standser. Vi har:

$$\begin{aligned} A_{res} &= \Delta E_{kin} \Leftrightarrow \\ (F_s - F_{gn}) \cdot l_{ac} - F_{gn} \cdot l_{br} &= 0 \Leftrightarrow \\ F_s \cdot l_{ac} &= F_{gn} \cdot (l_{ac} + l_{br}) \Leftrightarrow \\ F_{gn} &= \frac{l_{ac}}{l_{ac} + l_{br}} \cdot F_s \end{aligned}$$

Gnidningskraften og snorkraften findes ved at anvende Newtons 2. lov på systemet bestående af klodsens og loddet. Da bevægelsen af klodsens

og loddet er koordineret gennem en stram snor, er de to legemers accelerationer ens. Loddet er under faldet påvirket af tyngdekraften (F_t) samt snorkraften (F_s). Vi har altså at:

$$\begin{aligned} F_s - F_{gn} &= m_{kl} \cdot a \\ F_t - F_s &= m_{lod} \cdot a \end{aligned}$$

Af disse to ligninger findes de to ubekendte størrelser, nemlig snorkraften og accelerationen, idet vi benytter, at gnidningskraftens størrelse er proportional med normalkraften ifølge Coulombs gnidningslov. Vi har altså:

$$\begin{aligned} F_t - F_{gn} &= (m_{kl} + m_{lod}) \cdot a \Leftrightarrow \\ m_{lod}g - \mu m_{kl}g &= (m_{kl} + m_{lod}) \cdot a \Leftrightarrow \\ a &= \frac{(m_{lod} - \mu m_{kl}) \cdot g}{(m_{kl} + m_{lod})} \end{aligned}$$

For snorkraften haves følgende:

$$\begin{aligned} F_s &= F_{gn} + m_{kl}a \\ &= \mu m_{kl}g + m_{kl} \cdot \frac{(m_{lod} - \mu m_{kl}) \cdot g}{(m_{kl} + m_{lod})} \Leftrightarrow \\ F_s &= m_{kl}g \cdot \left[\mu + \frac{(m_{lod} - \mu m_{kl})}{(m_{kl} + m_{lod})} \right] \end{aligned}$$

Dette udtryk for snorkraften indsættes i den tidligere fundne sammenhæng mellem gnidningskraften og snorkraften. Vi har altså:

$$\begin{aligned} F_{gn} &= \frac{l_{ac}}{l_{ac} + l_{br}} \cdot F_s \\ \mu m_{kl}g &= m_{kl}g \cdot \left[\mu + \frac{(m_{lod} - \mu m_{kl})}{(m_{kl} + m_{lod})} \right] \cdot \left(\frac{l_{ac}}{l_{ac} + l_{br}} \right) \Leftrightarrow \\ 1 &= \left(\frac{l_{ac}}{l_{ac} + l_{br}} \right) \cdot \left[1 + \frac{(m_{lod} - \mu m_{kl})}{\mu \cdot (m_{kl} + m_{lod})} \right] \Leftrightarrow \\ l_{br} &= l_{ac} \left[\frac{(m_{lod} - \mu m_{kl})}{\mu \cdot (m_{kl} + m_{lod})} \right] \end{aligned}$$

Vi har altså, at bremselængden er proportional med accelerationslængden. Sammenhørende værdier for disse størrelser måles og afbildes grafisk. Af hældningskoefficienten til den fremkomne retlinede graf beregnes gnidningskoefficienten (μ).