

TFY4104 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2017.
Eksperimentelt prosjekt: Introduksjonsoppgave

Problemstilling

I Fysikk (1 og 2) på videregående skole har vi lært om krefter, arbeid og energi. Et legeme, for eksempel en kloss, som faller fritt (uten luftmotstand) i tyngdefeltet fra Jorda utsettes for tyngdekraften mg , der m er klossens masse og $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ er tyngdens akselerasjon. Når klossen har falt en høyde h , er den potensielle energien U redusert med mgh . Til gjengjeld har klossens kinetiske energi $K = mv^2/2$ blitt tilsvarende større. Her er v klossens hastighet. Klossens mekaniske energi, $E = U + K$, er bevart. Hvis klossen slippes fra høyden h over bakken med null starthastighet, kan vi nå regne ut dens hastighet rett før den treffer bakken:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v = \sqrt{2gh}.$$

Samme prinsipp kan vi bruke for en kloss som glir uten friksjon nedover et skråplan. Hvis skråplanets helningsvinkel er β og klossen har glidd en lengde x nedover skråplanet, har den "falt" en høyde $h = x \sin \beta$ i tyngdefeltet. Klossens hastighet blir da $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gx \sin \beta}$.

Vi kan bruke samme grunnleggende prinsipp – energibevarelse – for et legeme som *ruller* nedover et skråplan. Da må vi først finne ut om tilsvarende uttrykk for potensiell og kinetisk energi gjelder for noe som ruller.

Potensiell energi er fremdeles $U = mgh$, siden U ikke avhenger av hvordan legemet beveger seg, men bare av hvor høyt det befinner seg i tyngdefeltet.

Kinetisk energi, derimot, vil nå bestå av to bidrag: Ett som skyldes translasjonsbevegelsen nedover langs skråplanet, og ett som skyldes rotasjonsbevegelsen omkring tyngdepunktet. For symmetriske objekter som kuler, kuleskall, ringer og sylindre er det vel åpenbart at tyngdepunktet ligger i sentrum. Da er det ikke vanskelig å bestemme rotasjonsenergien for en tynn ring eller en hul sylinder: Når sylinderen har rullet en lengde tilsvarende omkretsen $2\pi R$ langs skråplanet, har alle deler av sylinderen rotert og forflyttet seg like langt. Med andre ord, sylinderen har like stor hastighet assosiert med translasjons- og rotasjonsbevegelsen. Det betyr at begge typer bevegelse bidrar med like mye, $mv^2/2$, til kinetisk energi, slik at sylinderens totale kinetiske energi blir dobbelt så stor, mv^2 . En hul sylinder som ruller en lengde x nedover et skråplan med helningsvinkel β , forventes dermed å oppnå en hastighet bestemt ved $mv^2 = mgx \sin \beta$, dvs $v = \sqrt{gx \sin \beta}$.

Vi ønsker å finne ut om dette resonnementet holder ved å måle hastigheten v til en hul sylinder som ruller nedover et skråplan.

Plan

Vi bruker en planke med glatt overflate som skråplan. Som rullende objekt bruker vi en hul metallsylinder. Sylinderens bevegelse filmes med et hurtigkamera som tar 100 bilder pr sekund. Filmen importeres og analyseres i programmet *tracker*. En start- og sluttposisjon avmerkes på skråplanet. Vi gjentar eksperimentet 10 ganger og beregner en middelerdi for hastigheten, samt en måleusikkerhet i form av et standardavvik. Sammenhengen mellom hastigheten v og tilbakelagt distanse x er basert på ideelle betingelser, der vi har antatt at all mekanisk energi er bevart. Vi forventer at målt hastighet vil bli noe mindre enn dette, for eksempel på grunn av luftmotstand.