

Laboratoriearbeid

PHYS111 – Mekanikk

Lab 1: **Friksjon**

Utført dato: 13. oktober 2005

Rapport fra:
Erik Grindheim

Gruppe nr. 4-5:
Mads Christensen
Erik Grindheim

Friksjon

Laboratoriekurs i fysikk, PHYS111 – øvelse nr. 1

Rapport fra: **Erik Grindheim**
Gruppe: 4-5 (Mads C. & Erik G.)
Dato forsøk: 13. oktober 2005

Innledning

I dette forsøket skal vi gjøre målinger av friksjonskoeffisientene for statisk og kinetisk friksjon for ulike materialer. Videre skal vi undersøke hvorvidt friksjonskraften avhenger av glidehastigheten og kraften som presser flatene sammen. Tilslutt måler vi de statiske friksjonskoeffisientene ved å la objektene våre begynne å gli nedover et skråplan. Simuleringsprogrammet "Interactive Physics" brukes for å simulere glidningen på skråplanet.

Utstyr

Kraftmålere, linjal, treplate brukt som skråplan, kalkulator, vekt og klosser med skinn og filt på sideflatene (to like treklosser og en av metall)

Måleresultater

Alle måleresultater fra laboratoriet er gitt i vedlegget bakerst. Massene er gitt i antall hele gram, avleste krefter med to gyldige siffer, og lengder i antall hele millimeter. Det virker som om den største kilden til usikkerhet i målingene våre er intern friksjon og treghet i kraftmålerne vi brukte. Det ble ofte gjort flere forsøk for å få "stabile" målinger vi følte vi kunne stole på.

Teori

Læreboken vår, *Generell fysikk for universiteter og høyskoler, bind 1* omtaler temaet "friksjon" i kapittel 3.1. Kort oppsummert sier læreboken følgende:

- Statisk friksjonskoeffisient (μ_s) er alltid større enn den kinetiske (μ_k), begge disse er forholdet mellom størrelsen av kraften som virker vinkelrett på, og parallelt med flatene. Friksjonskoeffisientene er forholdstall som er ganske upåvirket av om kreftene er store eller små.
- Den kinetiske friksjonskoeffisienten (glidefriksjon) skal være relativt upåvirket av farten (så lenge denne er over et visst minimum).
- Den statiske friksjonskoeffisienten man finner ved å heve et skråplan er gitt ved:
$$\mu_s = \tan(\phi_{gli})$$

Vi undersøker om vi kan bekrefte denne teorien ved noen enkle forsøk og beregninger.

Gjennomføring og beregninger

Når vi sleper klossene bortover over den horisontale treplaten med kraftmålerne så klemmes glideflatene sammen av normalkraften og dens motkraft. Disse kreftene er like store som klossens tyngde ettersom klossen er i ro i vertikalretningen:

$$F_N = m_{kloss} \times g, \text{ der } g \text{ er tyngdeakselerasjonen.}$$

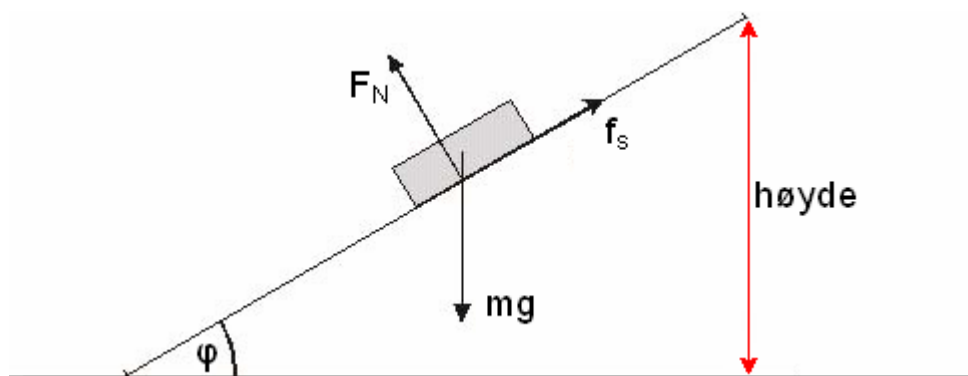
Vi starter med å la klossen ligge i ro og øker så gradvis trekkraften til et maksimum hvor klossen "løsner" fra underlaget og begynner å bevege seg bortover. Vi sleper den videre med konstant hastighet og leser av trekkraften. Det er helt tydelig at vi må "over en kneik" før klossen kommer i gang med å gli. Figur 3.1 på side 68 i læreboken viser en graf som illustrerer denne effekten. Den maksimale statiske trekkraften og den kinetiske trekkraften er alltid like store som friksjonskreftene f_s og f_k (ettersom akselerasjonen er null i systemet vårt). Dermed kan vi lett beregne friksjonskoeffisientene når vi vet klossenes masse. Massen måler vi med en vekt, og følgende tabell oppsummerer disse forsøkene:

Glidemateriale	Gjenstand	f_s	f_k	μ_s	μ_k
Skinn	1×trekloss, 89 g	0,72 N	0,60 N	0,82	0,69
Skinn	2×treklosser, 178 g	1,7 N	1,1 N	0,97	0,63
Filt	1×trekloss, 89 g	0,38 N	0,30 N	0,44	0,34
Filt	2×treklosser, 178 g	0,72 N	0,54 N	0,41	0,31
Filt	metallkloss, 390 g	1,3 N	0,92 N	0,34	0,24

Der statisk og kinetisk friksjonskoeffisient beregnes slik: $\mu = f / F_N$

Eksperimentering med ulik slepefart for metallklossen (filt) ga en variasjon i målt friksjon (f_s) i størrelsesordenen 0,1 N eller mindre. Variasjonen tilsvarer kun 10%, noe som er innenfor nøyaktighetsmarginene i dette forsøket. Vi har, som forventet, ikke grunnlag for å hevde at friksjonen (og friksjonskoeffisienten) avhenger av slepefarten.

Neste forsøk går ut på at vi setter metallklossen og en treklosse oppå treplaten og hever enden av platen gradvis inntil de to punktene der klossene begynner å gli. Forsøket blir utført to ganger med filtsidene ned, og to ganger med skinn ned, og gjennomsnittshøyden for de to like målingene blir notert. (Høydeforskjellen mellom de to like målingene er under 1 cm.)



Lengden av treplaten er 929 mm, og treplatens skråning φ er gitt ved: $\sin(\varphi) = \text{høyde} / 929 \text{ mm}$
Dermed blir den statiske friksjonskoeffisienten gitt av følgende formel:

$$\mu_s = f_{s-\max} / F_N = mg \times \sin(\varphi_{gli}) / mg \times \cos(\varphi_{gli}) = \tan(\varphi_{gli}) = \tan[\sin^{-1}(\text{maxhøyde} / 929 \text{ mm})]$$

Resultatene og beregnede verdier vises i tabellen:

<i>Glidemateriale</i>	<i>Gjenstand</i>	<i>maxhøyde</i>	φ_{gli}	μ_s
Skinn	trekloss, 89 g	645 mm	44°	0,96
Filt	trekloss, 89 g	305 mm	19°	0,35
Skinn	metallkloss, 390 g	600 mm	40°	0,85
Filt	metallkloss, 390 g	325 mm	20°	0,37

Tilslutt bruker vi simuleringsprogrammet "Interactive Physics" for å simulere glidningen av metallklossen, skinn, på skråplanet. Vi "bygger opp" (dvs. tegner med datamusen) et mekanisk system med et skråplan med helning φ gitt ved: $\varphi = \sin^{-1}(600/929) \approx 40^\circ$. Friksjonskoeffisientene settes først høyt, og simuleringen viser ingen bevegelse. Så reduseres koeffisientene $\mu_s = \mu_k$ gradvis til vi finner grensen for hvor liten denne verdien kan være uten at klossen begynner å gli. Når $\mu_s = \mu_k \leq 0,845$ viste simuleringen at klossen begynner å bevege seg nedover treplaten. Vi beregnet friksjonen til å være ca 0,85, så dette virker fornuftig.

Konklusjon

Eksperimentene viser det vi forventer i forhold til teorien vi har lært. Resultatene våre underbygger teorien som er nevnt i de punktene ovenfor. Selv om vi bruker flere forskjellige klosser så har skinn og filt stort sett de samme friksjonskoeffisientene. Resultatene våre vises under, der gjennomsnittet for alle målinger med filt og skinn er regnet ut, og største avvik angitt for å si noe om nøyaktigheten i disse forsøkene:

<i>Glidemateriale</i>	μ_s	μ_k
Skinn	$0,90 \pm 0,08$	$0,66 \pm 0,03$
Filt	$0,38 \pm 0,06$	$0,30 \pm 0,04$

På grunn av uønsket treghet og intern friksjon i kraftmålerne virker det som om skråplanet er den beste metoden for å undersøke den statiske friksjonskoeffisienten.

Erik Grindheim