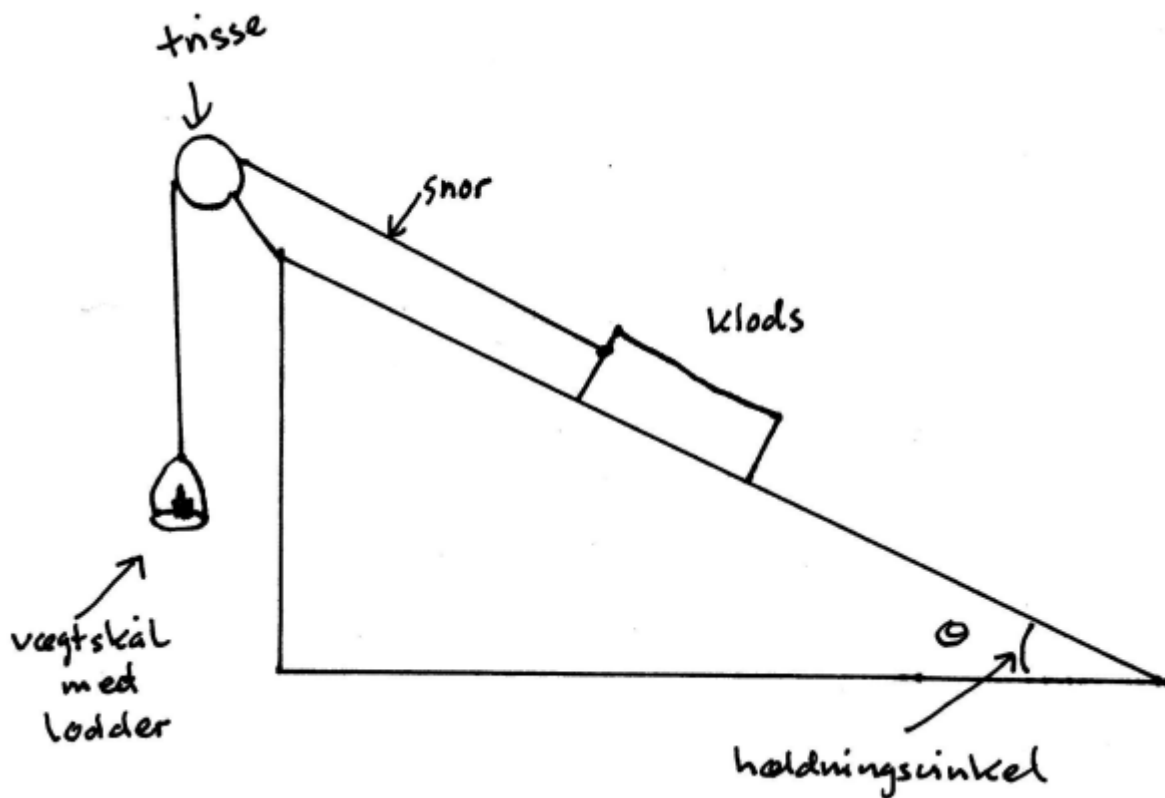


## Bevægelse op ad skråplan med ultralydssonde.

Formål:

- At finde en formel for accelerationen i en bevægelse op ad et skråplan, og at prøve at eftervise denne formel, ud fra en lille vinkel og vægtskål som træklok (antag ingen gnidning).
- At finde gnidningskoefficienten mellem klodsen og underlaget, når klodsen bevæger sig på en vandret flade.
- At eftervise formelen for bevægelse op ad et skråplan, ud fra en lille vinkel og vægtskål som træklok (med gnidning mellem klods og underlag).
- At måle accelerationen på skråplanet ved bevægelse op ad skråplanet, ved forskellige vinkler. (med gnidning mellem klods og underlag).

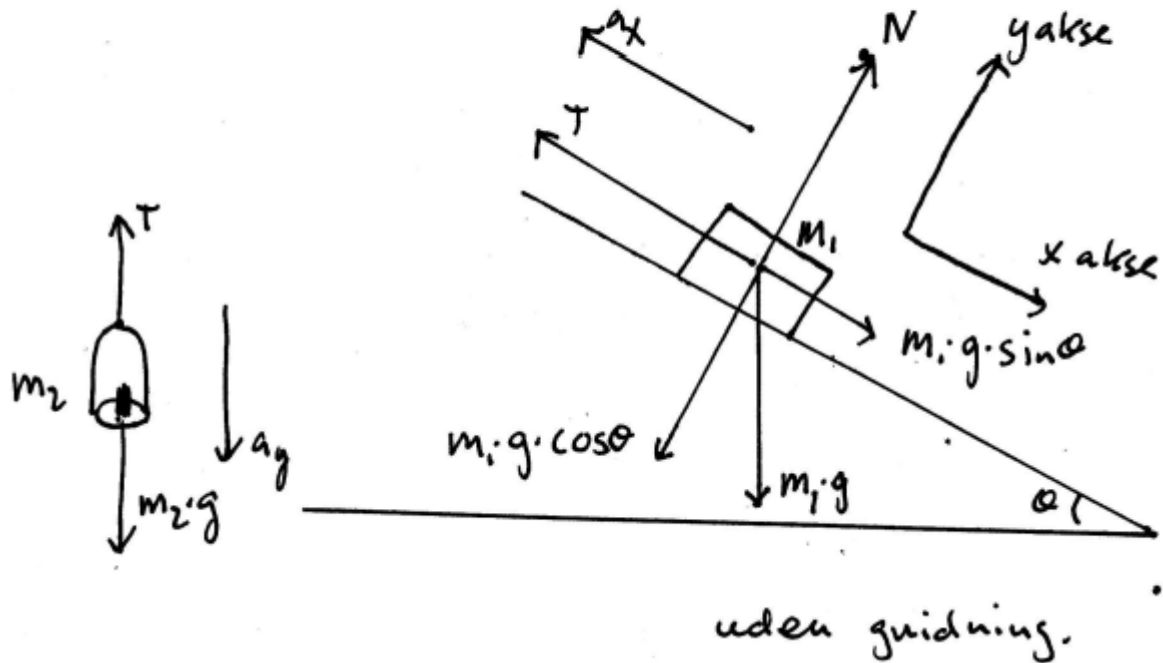
Apparatur: Skråplan med vinkelmåler og klods. Vægtskål med lodder (flere af 2g, 5g, 10g, 20g) . Ultralydssonde f.eks. Go!Motion og MiniLabQuest, computer med LoggerPro, kabel fra MiniLabQuest til computer.



Teori:

Bevægelse hvor vi antager, at der ikke er gnidning mellem klods og underlag.

Figur 1: Bevægelse hvor klodsen glider op ad skråplanen



Lad  $m_1$  være massen af klodsen og  $m_2$  være massen af skålvægt og lodder

$$m_2 = m_{\text{skål}} + m_{\text{trækklod}}$$

Vi søger systemets fælles acceleration  $a$ .

Overvej at bevægelsen kan beskrives ved følgende ligninger

Den resulterende kraft kan, hvis klodsen glider op ad skråplanen med hældningen  $\theta$ , opskrives på to måder:

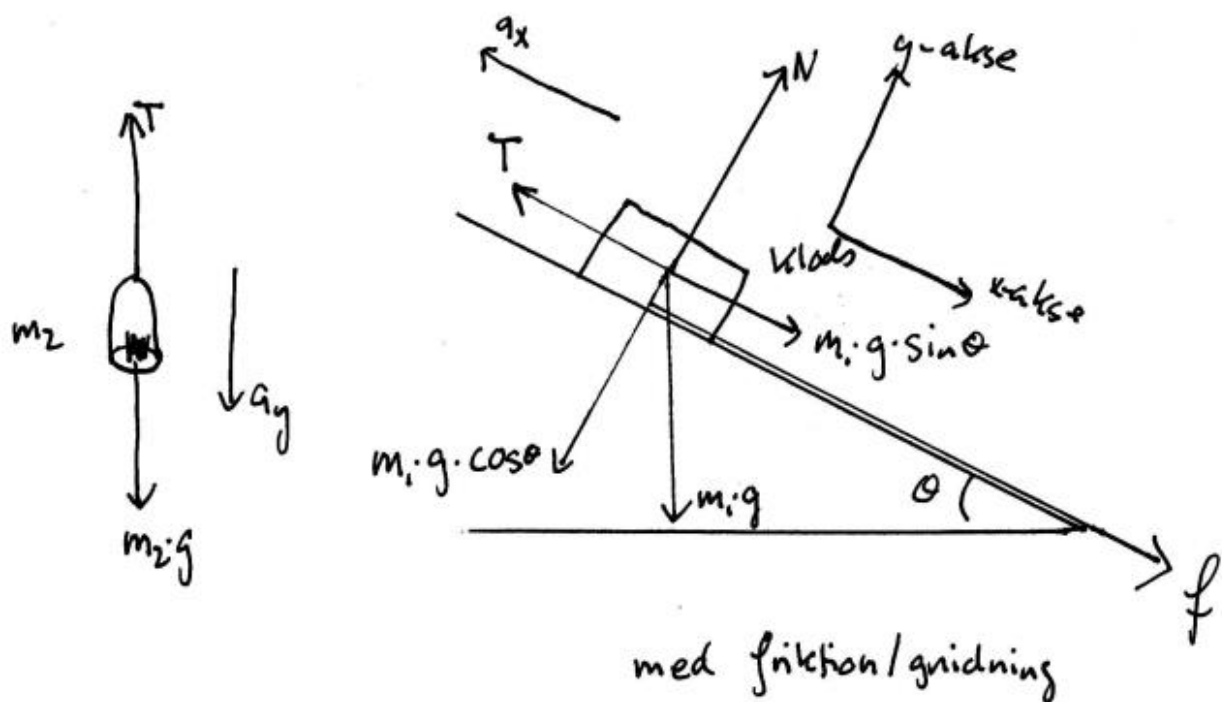
$$(1) F_{\text{res}} = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$(2) F_{\text{res}} = m_2 \cdot g - m_1 \cdot g \cdot \sin(\theta)$$

Sæt 1)=2) og isoler  $a$  i ligningen.

### Bevægelse med gnidning mellem klods og underlag.

Figur 2 viser bevægelse med gnidning mellem klods og underlag, op ad skråplanen.



Figur 2.

Den resulterende kraft kan, hvis klodsen glider op ad skråplanen med hældningen  $\Theta$ , opskrives på to måder:

$$(3) F_{res} = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$(4) F_{res} = m_2 \cdot g - m_1 \cdot g \cdot \sin(\theta) - \mu \cdot m_1 \cdot g \cdot \cos(\theta)$$

sæt(3)=(4) og isoler accelerationen a.

Specielt hvis vinklen er nul fås at (4) lyder:

$$(5) F_{res} = m_2 \cdot g - \mu \cdot m_1 \cdot g \quad (\text{tegn selv tegning og overvej})$$

Sæt (3)=(5) og isoler gnidningskoefficienten  $\mu$ .

Forsøgets udførelse



a) Eksperiment

Formålet med eksperimentet er at måle accelerationen og sammenligne med den teoretisk beregnede.

Vi benytter en kubisk klods med forskellige overflader, og starter med træ mod metal.

Vi benytter f.eks. en lille vinkel og kun vægtskålen som træklod (vi antager at der ikke er gnidning).

Sæt skråplanen i en passende vinkel f.eks.  $10^\circ$ .

Placer klodsen på skinnen, men snoren over trissen. Pas på at den ubesværet kan glide ned.

-skyderen på bevægelsesdetektoren sættes på bolden.

- placer bevægelsesdetektoren under skålen.

- opsaml data og analyser graferne over bevægelsesligningerne

Find graferne for  $s(t)$ ,  $v(t)$

Undersøg sammenhængen mellem afstand  $v$ , og tid  $t$ , for en klods på et skråplan, anvend lineær regression til at finde accelerationen.

Skråplanets hældning i grader =

Trækloddernes masse=

Skål masse=

$m_2$ =

Bestemt forskrift for hastighed: \_\_\_\_\_

Acceleration ud fra forskrift=

Acceleration ud fra teori =

%-vis afvigelse:

b)

Vi ønsker at bestemme den dynamiske gnidningskoefficient for klodsen mod underlaget.

Lad vinklen være nul, således at klodsen bevæger sig på en vandret flade.

Bestem nu accelerationen eksperimentelt som beskrevet under a).

Benyt denne acceleration, og bestem gnidningskoefficienten  $\mu$  ved hjælp af ligning (3) og (5).

c)

Benyt nu den gnidningskoefficient  $\mu$  der er fundet under b)

Bestem nu accelerationen  $a$ , ved hjælp af ligningerne (3) og (4)

Bliver værdierne af jeres  $a$  nu bedre bestemt?

d) Formålet er at måle accelerationen på skråplanet ved bevægelse op ad skråplanet, ved forskellige vinkler. (med gnidning mellem klods og underlag).

Benyt nu igen den gnidningskoefficient  $\mu$  der er fundet under b).

Husk variabelkontrol: Varier vinklen og hold  $m_2$  fast, og varier  $m_2$  og hold vinklen fast. Her skal pusles lidt, for ved stejlere vinkel kræves større  $m_2$ .

Dernæst kan I variere  $m_1$ , mens  $m_2$  og vinklen holdes fast.

Hvis tiden tillader det kan I forsøge at variere materialet.

Varier nu vinklen og find teoretisk  $a$  og eksperimentel  $a$  og sammenlign disse.

Udfyld nedenstående skemaer:

Træ mod metal:

$M_1 =$

$M_2 =$

vinkel	$a_{\text{eksperiment}}$	$a_{\text{teori}}$	%-vis afvigelse

$M_1 =$

vinkel =

$M_2$	$a_{\text{eksperiment}}$	$a_{\text{teori}}$	%-vis afvigelse

$M_2 =$

vinkel =

$M_1$	$a_{\text{eksperiment}}$	$a_{\text{teori}}$	%-vis afvigelse

05-08-2015 EH