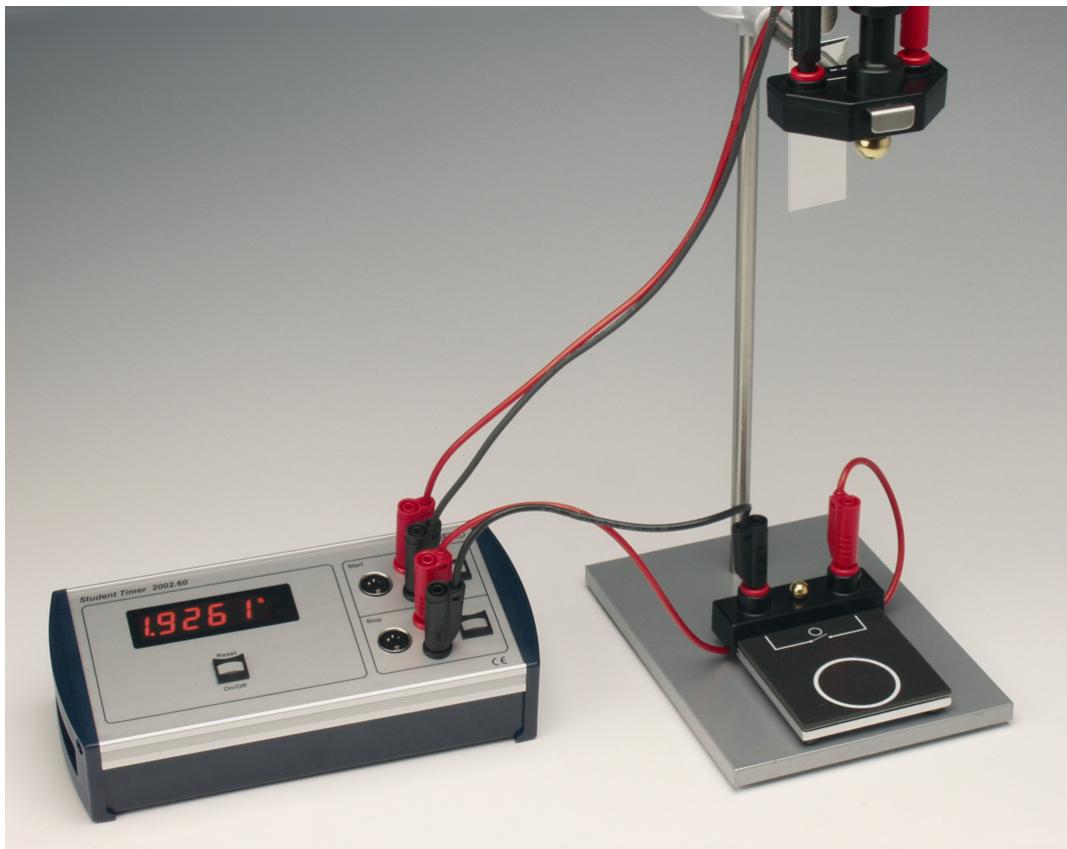


Nummer	134510	Emne	Kinematik (Bevægelseslære)	Foreslås til	10 / gymCBA	p.	1/4
Version	2017.08.25 / HS	Type	Elevøvelse				



## Formål

Undersøgelse af faldlovene samt bestemmelse af tyngdeaccelerationen.

## Princip

En metalkugle fastholdes af en magnet og skaber samtidig elektrisk kontakt mellem de to bøsninger i udløserenheden foroven.

Når magneter pludseligt fjernes, falder kuglen, hvorved det elektroniske stopur starter.

Kuglen rammer faldpladen forneden, som sender en stop-impuls til stopuret.

Faldhøjden måles med målebånd eller lineal.

## Apparatur

(Se Detaljeret apparaturliste på sidste side)

200280 Elektronisk stopur  
(billedet viser ældre model 200260)

198010 Frit fald udstyr, bestående af udløserenhed, faldplade, to størrelser forgyldte stålkugler samt en bordtennisbold med elektriske kontaktflader.

Ledninger og stativmateriale.

## Udførelse

Stopurets *Reset, On/Off*-knap, bruges til at tænde og nulstille med. Desuden kan man med et langt tryk slukke for instrumentet.

Stopurets Start-indgang forbindes med udløserenheden, og Stop-indgangen forbindes til faldpladen.

For at udløserenheden kan fastholde kuglen, skal den sorte knap i toppen trykkes helt ned, til det siger klik. Nu kan magneten holde kuglen.

For at udløse kuglen, trykkes på den blanke knap på forsiden.

Der skal måles med varierende faldhøjde. Denne måles fra kuglens laveste punkt til faldpladen.

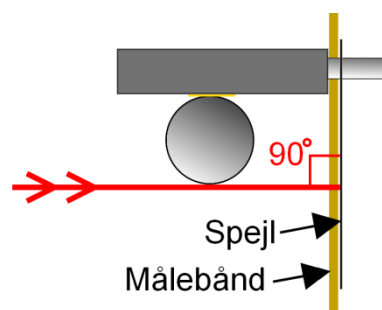
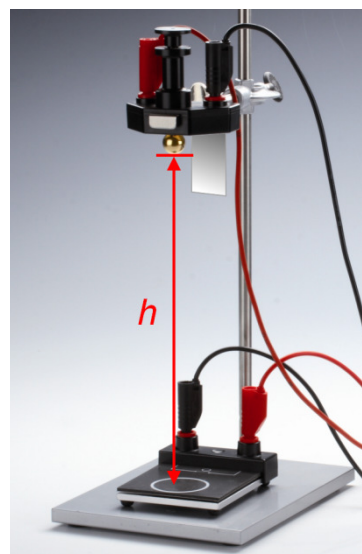
Når positionen af kuglens bund skal bestemmes, skal der sigtes vandret fra kuglen ind på målestokken. Det sikres ved at benytte det medfølgende spejl; sigt, så bunden af kuglen netop ses oveni sit spejlbillede.

Start med den største af kuglerne (16 mm).

Varier faldhøjden mellem 25 cm og 125 cm og gentag hver gang eksperimentet et antal gange, så atypisk store eller små målinger kan kasseres.

Notér højde og faldtid.

Skift nu til den lille kugle (12 mm), og gentag hele måleprogrammet.



## Teori

Når begyndeshastigheden er 0, gælder det at faldhøjden  $h$  er givet ved

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

hvor  $g$  er tyngdeaccelerationen og  $t$  er faldtiden.

Hvis  $h$  afbildes som funktion af  $t^2$ , bliver resultatet en ret linje. Ud fra hældningen bestemmes  $g$ .

Kuglens masse indgår overhovedet ikke i ligningen. Dette udtrykker, at tunge og lette legemer falder lige hurtigt i tyngdefeltet (når man kan se bort fra luftmodstanden).

## Beregninger

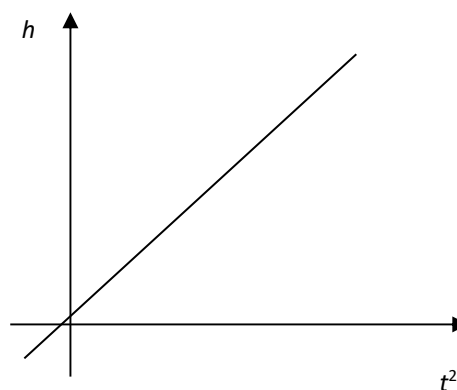
Indsæt måleresultaterne i en tabel – et regneark anbefales kraftigt.

For hver faldhøjde beregnes  $t^2$ .

Indtegn målepunkterne i et koordinatsystem med  $t^2$  ud ad x-aksen og  $h$  op ad y-aksen. Indlæg den bedste rette linje gennem målepunkterne.

Bestem tyngdeaccelerationen ud fra linjens hældning.

Gør dette for de to kugler hver for sig.



## Diskussion og evaluering

Den store kugle vejer godt det dobbelte af den lille. Det kunne være rimeligt at antage, at den derfor falder dobbelt så hurtigt.

Hvad viser dine målinger?

Sammenlign dine resultater med tabelværdien for  $g$ . Kan du forklare en eventuel afvigelse?

## Noter til læreren

### Benyttede begreber

Tyngdeacceleration  
Galilei's faldlov

### Matematiske forudsætninger

Ret linje og hældningskoefficient  
Procentregning

### Om apparaturet

Når frit fald apparatet lægges væk, bør fjederen være udløst.

Der er ingen forskel på de to bøsninger på udløserenheden eller på faldpladen. Det er lige meget, hvilken der går til rød eller sort bøsning på stopuret.

Den anvendte analysemetode kompenserer for eventuelle nulpunktsfejl og bør foretrækkes frem for en direkte beregning af  $g$  for hver måling.

Ønsker man en nærmere undersøgelse af luftmodstandens betydning, tilføjes en tredje måleserie til eksperimentet, hvor man anvender den bordtennisbold, der følger med.

Frem for at indtegne den "bedste rette linje" gennem punkterne anbefales det i dette tilfælde at indtegne den forventede rette linje ud fra en tabelværdi for  $g$ .

## Detaljeret apparatliste

### Specifikt for eksperimentet

200280 Elektronisk stopur  
(eller ældre model 200260)  
198010 Frit fald udstyr

### Standard laboratorieudstyr

000800 Stativstang 150 cm  
002310 Stativmuffe, firkantet  
000100 Stativfod A-fod 2,0 kg  
140010 Målebånd 200 cm  
105750 Ledning 200 cm, sort  
105751 Ledning 200 cm, rød  
105740 Ledning 100 cm, sort  
105741 Ledning 100 cm, rød

### Reserve dele og forbrugsstoffer

351005 Batteri LR6 1,5V [AA] (2002.60 bruger  
6 stk. ad gangen – medfølger)

## Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.  
Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

*Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.*

*Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbetøbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt.*

*Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.*

© Frederiksen Scientific A/S

*Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside*