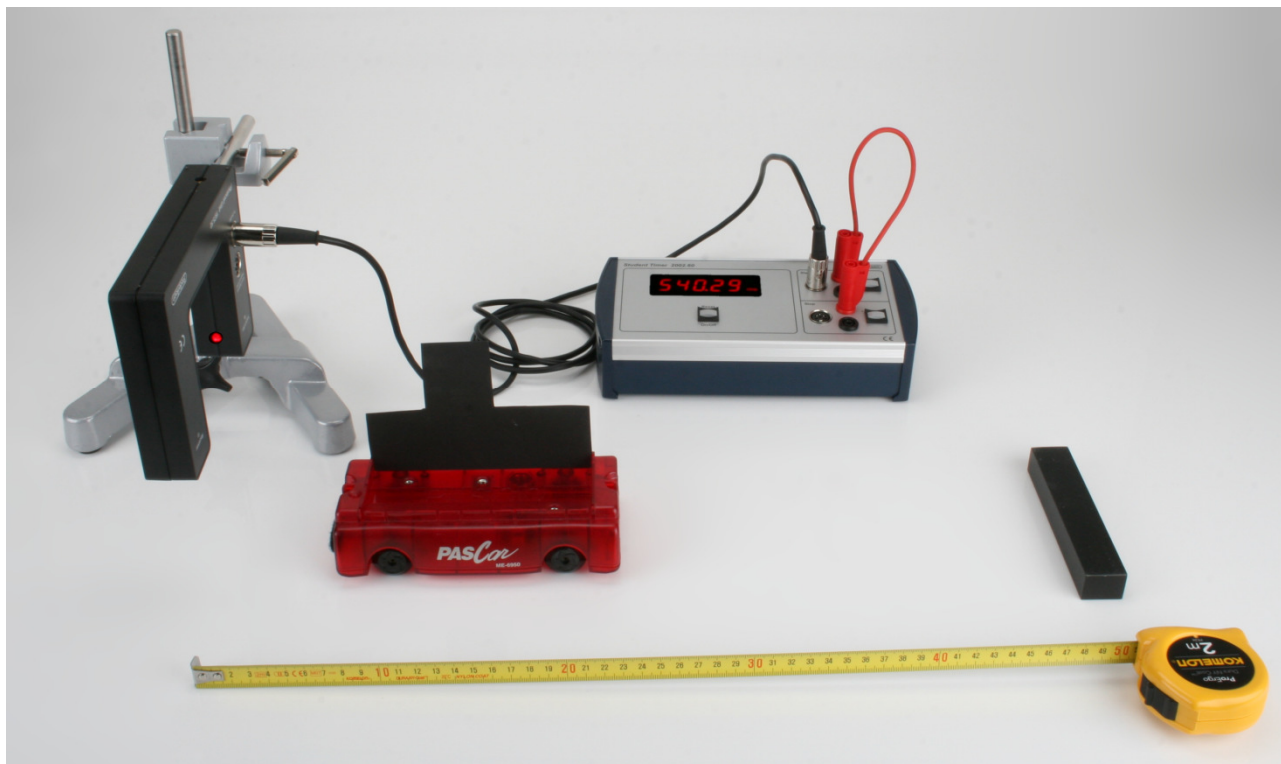


Nummer	134650	Emne	Kinematik (Bevægelseslære)	Foreslås til	(10) / gymCB	p.	1/4
Version	2017-08-25 / HS	Type	Elevøvelse				



Formål

Undersøgelse af sammenhængen mellem tid, sted og hastighed for en jævnt accelereret bevægelse.

Princip

En letløbende vogn slippes, så den bevæger sig ned ad en svagt skrånende bordplade.

Med et elektronisk stopur og to fotoceller kan man måle den samlede tid der går, indtil vognen passerer et givet punkt, og det tidsinterval der går, mens vognen passerer punktet.

Apparatur

(Se Detaljeret apparaturliste på sidste side)

Ekperimentet udføres med en lille vogn med kuglelejer. Vognen er forsynet med en fane, som kan afbryde lysstrålen i fotocellen.

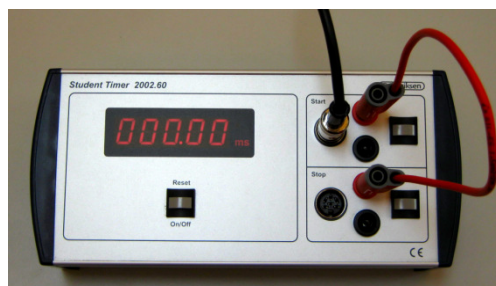
Som skråplan kan anvendes et skolebord med et par klodser eller lignende under to af benene.

Længder måles med et målebånd.

Tidsmålingerne foretages med 200280 elektronisk stopur samt en 197550 fotocelle. (Fotos viser ældre model 200260.)

Til bestemmelse af passagetiden tilsluttes kun en enkelt fotocelle og man måler den tid, vognen skygger for fotocellen.

For at få stopuret til at starte og stoppe med den samme fotocelle, skal de to røde bøsninger på 200280 forbindes med en ledning. Det er vigtigt, at den ene fotocellebøsning er tom i denne situation (billedet).



Udførelse

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

Øvelsen udføres på et bord med en hård og jævn overflade og en længde på ikke under en meter. Sæt et par klodser under den ene ende, så bordet hælder med ca. 3 cm pr. meter.

(Hvis ikke bordene i laboratoriet kan vippes, kan man i stedet bruge et stykke hård plade eller en speciel kørebane til den anvendte vogn.)

Mål afstanden mellem bordbenene x (målt parallelt med bordpladen) og højden af klodserne y .

Spænd f.eks. en træklods fast i den ene ende af bordet for at opnå et fast start-punkt.

Når vognen når den anden ende af bordet, skal der være én til at gribe den, eller man kan lave et opfang. (Brug f.eks. en trælineal med et håndklæde rullet om, samt et par skruevinger spændt på bordkanten.)

Mål fanens længde L .

Anbring fotocellen et stykke fra startklodsen. Mål strækningen s imellem fanens forkant og lysstrålen i fotocellen.

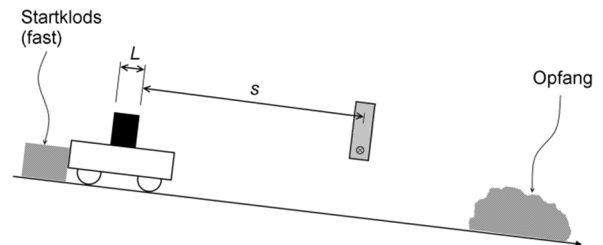
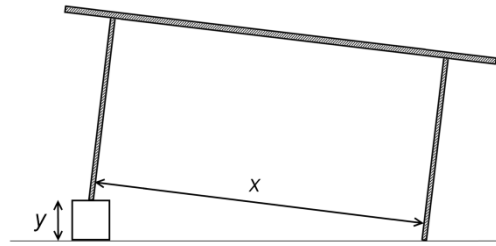
Forbind fotocelle til stopuret, så det måler tiden t_F , passagetid i fotocellen (se side 1).

Disse målinger skal udføres for en række forskellige værdier af s .

Lav et skema som vist til højre (gerne i et regneark), og udfyld det med måleresultaterne x , y , L , s og t_F .

De øvrige kolonner forklares i afsnittet *Beregninger*.

Har I tid til det, ændres bordets hældning ved at ændre klodsernes højde og det hele gentages.



$x =$		m
$y =$		m
$L =$		m

s	t_F	v	v^2
(m)	(s)	(m/s)	(m ² /s ²)

Teori

(Gennemsnits-) hastigheden ved passage af fotocellen beregnes ud fra fanens længde L og den tid t_F , den skygger for fotocellen

$$v = \frac{L}{t_F}$$

Når accelerationen a er konstant, vil hastigheden vokse lineært med tiden

$$v = a \cdot t + v_0$$

Den tilbagelagte strækning s opfylder

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

Ud fra de to ovenstående ligninger følger denne relation ¹

$$v^2 - v_0^2 = 2a \cdot (s - s_0)$$

– som også kan skrives således

$$v^2 = (2a) \cdot s + (v_0^2 - 2a \cdot s_0)$$

Grafen for v^2 som funktion af s bliver derfor en ret linje med hældning $2 \cdot a$.

Antages vognen at bevæge sig friktionsløst, er accelerationen netop tyngdeaccelerationens komponent i bevægelsesretningen.

Hælder underlaget vinklen φ ift. vandret, er

$$a = g \cdot \sin(\varphi)$$

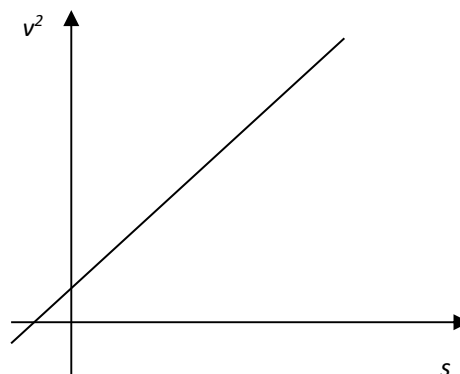
Ser vi igen på størrelserne x og y fra figuren på side 2, har vi

$$\sin(\varphi) = \frac{y}{x}$$

Så vi behøver ikke kende vinklen:

$$a = g \cdot \frac{y}{x}$$

¹ Af den første ligning har vi $t = \frac{v-v_0}{a}$, som indsættes i ligningen for s .



Beregninger

For hver måling findes gennemsnitshastigheden af vognen ved passage af fotocellen jævnfør teoriafsnittet. Skriv resultaterne i skemaet.

Udfyld også kolonnen med v^2 .

Afbild nu v^2 som funktion af s og bestem vognens acceleration ud fra grafen.

Hvis I har målt med flere forskellige hældninger på bordet, behandles hver af disse serier for sig selv.

Diskussion og evaluering

Passer grafens udseende med det, som teorien forudsiger?

Find en tabelværdi for tyngdeaccelerationen. Beregn den teoretiske acceleration for en friktionsløs vogn. Sammenlign med den målte acceleration.

Har I lavet flere måleserier, gentages dette for hver af dem.

Noter til læreren

Benyttede begreber

Hastighed
Acceleration
Jævnt accelereret bevægelse

Matematiske forudsætninger

Graftegning
(Vektoropløsning i komponenter)
(Simpel trigonometri)

Teoriafsnittets væsentligste formler kan evt. blot postuleres uden udledning.

Om apparaturet

Når stopurets display viser "low bat.", skiftes batterierne med det samme af hensyn til målenøjagtigheden.

Der begås en lille systematisk fejl ved at anvende de fundne middelhastigheder som approksimation til momentanhastigheden. Fejlen er normalt **langt** mindre end de eksperimentelle usikkerheder.

Detaljeret apparaturliste

Specifikt for eksperimentet

200280 Elektronisk stopur
(eller ældre model 200260)
197550 Fotocelle

Vogn med letløbende hjul (1 stk.) – F.eks.:
ME-6950 PasCar (sæt med to)

Vognen forsynes med en "fane" af sort karton

Standard laboratorieudstyr

140010 Målebånd 200 cm
105711 Ledning 25cm, rød
000100 Stativfod A-fod 2,0 kg
000850 Stativstang 25 cm
002310 Stativmuffe, firkantet

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, Ølgod

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