

Nummer	134570	Emne	Mekanisk energi		
Version	2017-08-25 / HS	Type	Elevøvelse	Foreslås til	10 / gymCBA p. 1/4



Formål

Eftervisning af, at den mekaniske energi er bevaret.

Princip

Et lod svinger som et pendul i en tråd.

I svingnings yderposition kan vi bestemme loddets højde og dermed bestemme den potentielle energi.

I nederste position passerer loddet en fotocelle. Vi kan da bestemme loddets hastighed, og dermed dets kinetiske energi.

Apparatur

(Se Detaljeret apparaturliste på sidste side)

To stativer.

Lod og bjørnetråd. Bruges til at lave et dobbelt-ophængt pendul (se *Udførelse*).

Fotocelle og 200280 elektronisk stopur, til måling af passagetid for loddet. (Fotos viser ældre model 200260.)

Målebånd eller lineal.

Udførelse

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

Når vi taler om *loddets* position, skal det forstås som positionen af loddets *massemidtpunkt* (tyngdepunkt). Det vil være præcist nok at anvende midten af den tykkeste cylindriske del af loddet. Markér evt. midten med en sort streg.

Loddet ophænges i bjørnetråd. Ca. 110 cm tråd forsynes med en fast løkke i begge ender. Med en enkeltknode vil løkke og knude kunne gå gennem hullet i loddet.

En 25 cm stativstang fastspændes til den lange stang og forsynes med en ekstra stativmuffe. Der skal stikke ca. 1 cm stang ud i begge ender, så tråden kan lægges om som vist på figuren.

Dette arrangement sikrer, at tråden vikles en anelse af og på stangen, når loddet svinger. Det sker næsten uden friktion.

Når loddet hænger lige ned, skal lysstrålen i fotocellen ramme loddets midtpunkt. Fotocellen forbindes til stopurets indgang *Start* og de to røde bøsninger forbindes indbyrdes med en kort ledning.

Loddet skal trækkes til siden og slippes. For at markere, hvorfra dette sker, bruges endnu et stativ.

Træk loddet ud til markerings-stangen og hold det, så dets længdeakse er parallel med tråden. Mål højden h_2 fra bordoverfladen til midten af loddet. Alt dette uden at skubbe stangen til siden.

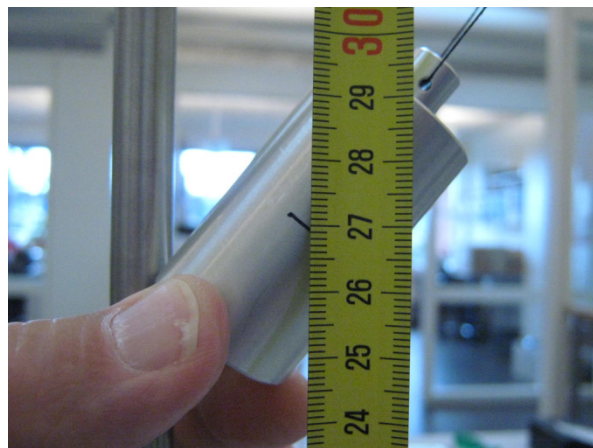
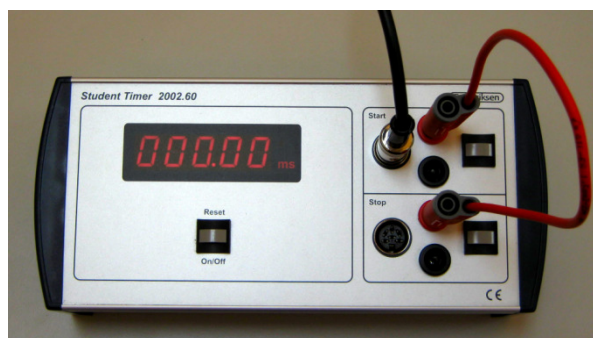
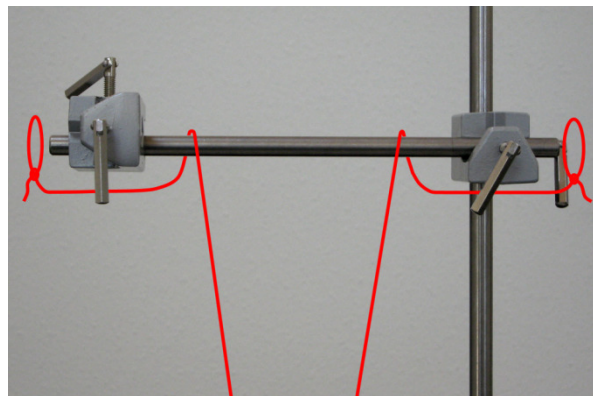
Nulstil stopuret og slip loddet, så det svinger igennem fotocellen. Notér tiden for passagen.

Mål højden h_1 fra bordoverfladen til loddets midte i laveste position.

Den højde h , der skal anvendes i beregningerne, er differensen: $h = h_2 - h_1$.

Målingen gentages et par gange. Hvis I er flere på holdet, kan I skiftes til at bestemme højderne.

Derefter flyttes markeringsstativet, så der opnås en ny starthøjde, og måleserien gentages. Gør dette for en række forskellige positioner.



Teori

Loddets hastighed, idet det passerer fotocellen, bestemmes som

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

hvor Δs er den strækning loddet bevæger sig ved passagen – det vil sige loddets diameter – og Δt er den målte tid på stopuret.

Loddets kinetiske energi er

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

hvor m er loddets masse.

Tilsvarende er den potentielle energi

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

hvor g er tyngdeaccelerationen og h er loddets højde over et valgt nulpunkt.

Vi vælger at sætte den potentielle energi til nul i loddets nederste position på banen (dvs. når det hænger i ro lodret under ophængen).

Pr. definition er den mekaniske energi summen af disse:

$$E_{mek} = E_{kin} + E_{pot}$$

Da hastigheden hele tiden er vinkelret på trådens retning, vil snorkraften ikke udføre noget arbejde. Den eneste anden kraft, som påvirker loddet, er tyngdekraften (vi ser bort fra luftmodstanden).

I dette eksperiment ønsker vi at vise, at *den mekaniske energi er bevaret*, i overensstemmelse med, at tyngdekraften er en konservativ kraft.

Databehandling

Stil de enkelte målinger op i et skema – et regneark kan kraftigt anbefales.

I hver målesituation beregnes gennemsnittet for hver af højderne h_1 og h_2 og for passagetiden Δt .

Beregn den potentielle energi i startpositionen og den kinetiske energi ved passage af fotocellen.

Beregn den procentvise forskel mellem disse to tal – det vil sige ændringen i den mekaniske energi, når loddet svinger ned.

Diskussion og evaluering

Hvilket resultat skulle man forvente ud fra teorien?

Svarer de resultaterne til det forventede?

Det kan være en ide at prøve at få en fornemmelse af, hvor nøjagtige målingerne er.

Da der foreligger gentagne målinger for den samme målesituation, kan du prøve at bestemme en "typisk" procentvise afvigelse fra gennemsnittet. Dette kan bruge som et mål for den eksperimentelle usikkerhed.

Hvis resultaterne kun var påvirket af tilfældige usikkerheder, ville de målte ændringer i den mekaniske energi også fordele sig tilfældigt – specielt skulle der være både positive og negative afvigelser.

Er dette tilfældet?

Noter til læreren

Benyttede begreber

Hastighed
Potentiel energi
Kinetisk energi
Kraft
Arbejde

Matematiske forudsætninger

Indsættelse i formler og procentregning.

Om apparaturet

Stopuret reagerer på såvel opadgående som nedadgående flanker. Når *Start* og *Stop*-indgangene forbindes med en ledning, startes og stoppes på ændringer af fotocellens tilstand.

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

En mere avanceret variant af eksperimentet er mulig. I stedet for blot at se på, om den mekaniske energi er nogenlunde bevaret, kan man se nærmere på energitabet ved friktion. Et par ideer:

Ved at lade loddet svinge gennem fotocellen mere end én gang (og nulstille stopuret i yderpositionerne), vil man opdage, at tiden vokser en smule for hvert sving. Man kan lade eleverne prøve at opstille en matematisk model for energiudviklingen.

Man kan øge længden af loddets bane ved at anvende en længere tråd. Sørger man for at starte i samme højde som ved den oprindelige måling, opnår man, at hastigheden ved passage af fotocellen teoretisk set skulle være som før. Igen kan det være en åben opgave at beskrive resultaterne matematisk.

Detaljeret apparaturliste

Specifikt for eksperimentet

200280 Elektronisk stopur
(eller ældre model 200260)
197550 Fotocelle
272502 Aluminiumslod 100 g

Standard laboratorieudstyr

140500 Lineal i træ 50 cm
105711 Ledning 25cm, rød
000850 Stativstang 25 cm
000830 Stativstang 50 cm
000800 Stativstang 150 cm
002310 Stativmuffe, firkantet (3 stk.)
000100 Stativfod A-fod 2,0 kg (2 stk.)

Reservedele og forbrugsstoffer

116500 Bjørnetråd
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 fragtbeløbet 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