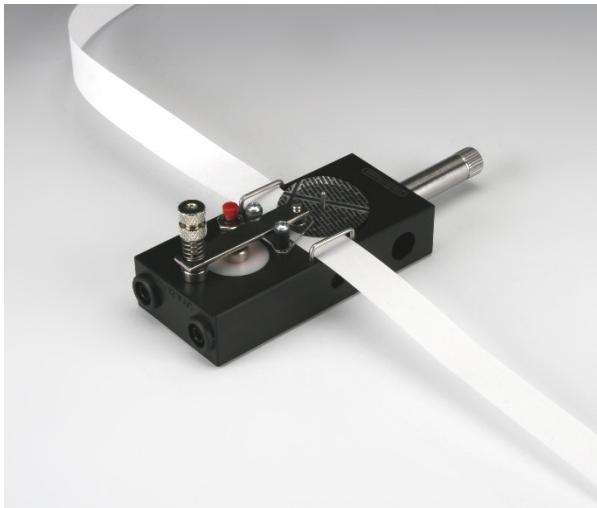


2018-10-03 / HS

Produktmanual AC200510 p. 1/4

English  
manual  
on p. 3

#### Timer til papirstrimmel.

Timeren tilsluttes en vekselspænding via sikkerhedsbøsninger. Strømmen passerer en diode og går derefter igennem en magnetholm. Dioden lader strøm gå igennem spolen 50 gange pr. sekund, fordi vekselstrømmens frekvens er 50 Hz.

For hvert strømstød rammer en stift et stykke karbonpapir, som sætter en prik på papirstrimmen. Afstanden mellem prikkerne repræsenterer derfor en tidsforskel på 0,02 s.

Timeren er monteret med en afbryder, som skal trykkes ned for at tænde for timeren.

#### Nødvendigt tilbehør

Karbonpapir for timer 35 mm 50 stk. (NL121256)

Timerstrimmel, 18 mm (200520)

Strømforsyning, der kan levere 12 V/2 A AC, f.eks. 361055, 361600 eller lignende.

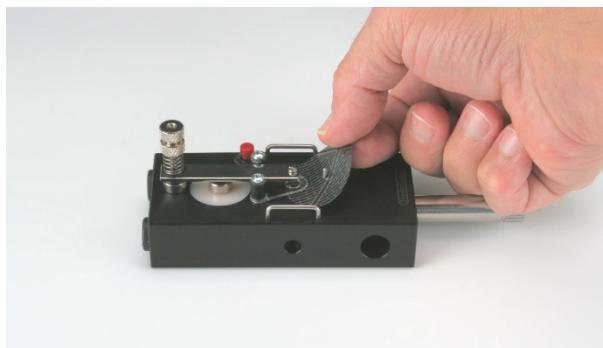
Ledninger (f.eks. 2 stk. 105753)

Til forsøg med frit fald anvendes et af disse lodder:  
200550 Timerlod, 0,5 kg  
200560 Timerlod 0,25 kg

#### Klargøring af strimmel og karbonpapir

Papirstrimlen skal gå under de to bøjler på hver side af timeren, og skal ligeført gå under karbonpapiret.

Nyt karbonpapir monteres ved at skyde det ind under det klare plaststykke og derefter lirke det ned over stålstiften.



Karbonpapiret skiftes, når det er så slidt, så det ikke sætter tydelige prikker, eller hvis det begynder at krølle.

#### Justerung

Ankeret med stiften til prikkerne sidder i et fjedrende ophæng. Om nødvendigt kan man løsne eller stramme fjederen. Der er to fingermøtrikker, som skal spændes mod hinanden.

#### 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.

## (Tyngde-) accelerationen

For at måle tyngdeaccelerationen, placeres timeren højt oppe vha. en lang stativstang og en bordklemme. Beskyt gulvet mod loddets nedslag. Brug ledninger, som er lange nok, så de kan nå uden at hænge i vejen.

Klip et stykke timerstrimmel af, som er næsten lige så lang som afstanden fra timeren til gulvet. Før strimlen igennem timeren og fastgør et timerlod i enden.

Hold strimlen fast og bring loddet helt til ro.

Start timeren ved at trykke på afbryderen – slip strimlen, så loddet nu trækker den helt igennem timeren – slip timerafbryderen igen.

NB: Andre typer jævnt accelereret bevægelse kan ligeledes undersøges. F.eks. kan enden af strimlen tapes fast til en vogn, som kører ned ad et skråplan.

Timerstrimlen vil ligne denne skitse:

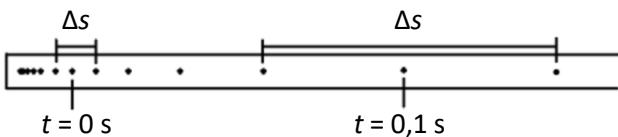


Det antages, at accelerationen er konstant hele vejen, så vi behøver ikke kæmpe med at tyde prikkerne på den allerførste millimeter af strimlen, men kan fastlægge  $t = 0$  s i en tydelig prik tæt på starten.

Markér hver femte prik, og beregn loddetes hastighed som

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

$\Delta s$  udmåles som vist på figuren her:



$\Delta t$  er  $2 \cdot 0,02 \text{ s} = 0,04 \text{ s}$ .

Ved at afbilde de samhørende værdier for  $t$  og  $v$  i et koordinatsystem, kan  $g$  findes som hældningen af den bedste rette linje gennem datapunkterne.

## Mekanisk energibevarelse

Timerstrimlen muliggør bestemmelse af ikke blot hastigheden  $v$ , men også hvor langt loddet er faldet  $L$ . Dermed kan både den kinetiske og den potentielle energi af loddet findes.

Vi kan definere nulpunktet for den potentielle energi frit. Vælger vi at sætte loddetes potentielle energi til nul, når det står på gulvet, bliver den potentielle energi i startpunktet (i højden  $h$ ) givet ved

$$E_0 = m \cdot g \cdot h$$

Loddet starter med kinetisk energi nul.

De to energier beregnes derfor som

$$E_{\text{POT}} = E_0 - m \cdot g \cdot L$$

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

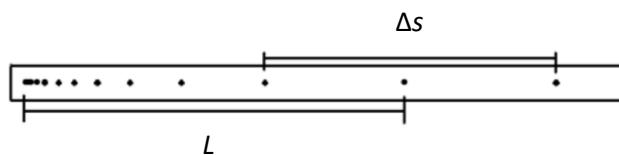
Summen af disse kaldes den mekaniske energi

$$E_{\text{MEK}} = E_{\text{POT}} + E_{\text{KIN}}$$

Denne værdi forventes bevaret i det frie fald.

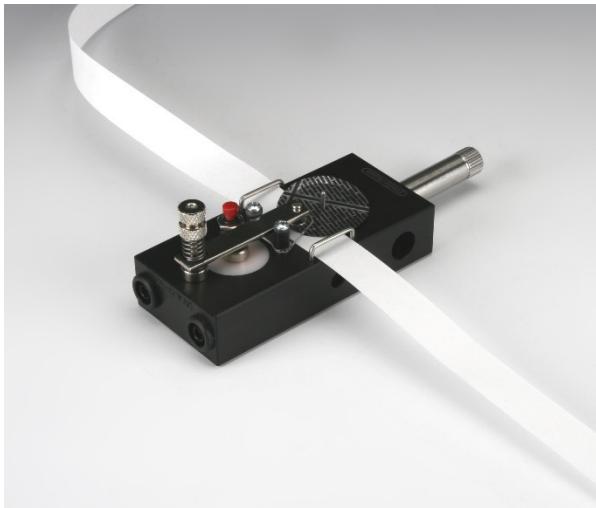
Placeringen af nulpunktet på strimlen er vigtig (i modsætning til da vi målte acceleration). Sørg for at slippe strimlen så "rent" som muligt.

Hastigheden  $v$  bestemmes som før, og faldlængden  $L$  måles direkte på strimlen:



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

Afvigelserne fra energibevarelse kan vurderes ved at beregne dem som en procentdel af den samlede mekaniske energi  $E_0$ .



### Ticker tape timer

Connect the timer to an AC voltage via the safety sockets. The current passes first a diode, then a magnet coil.

If you live a place with 50 Hz mains frequency, the diode lets current pass through the coil 50 times per second.

(And if your AC frequency is 60 Hz, the coil is energized 60 times per second.)

For each current pulse, a pin strikes a piece of carbon paper, making a dot at the paper tape. The distance between the dots therefore represents a time interval of 0.02 s ( 0.0167 s for 60 Hz ).

The timer is provided with a switch that must be pressed for the timer to work.

### Equipment needed

Ticker timer carbon paper, 35 mm, 50 pieces (NL121256)

Ticker tape, 18 mm (200520)

Power supply, capable of 12 V/2 A AC (for instance 361055, 361600 or similar)

Lab leads (e.g. 105753 – 2 pcs.)

For free fall experiments, one of these weights is used:

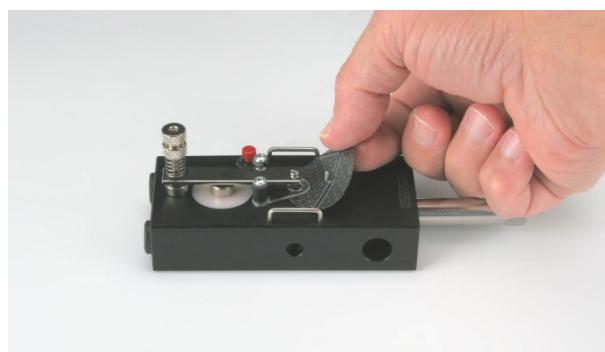
200550 Timer weight, 0.5 kg

200560 Timer weight, 0.25 kg

### Preparing the tape and the carbon paper

The ticker tape must pass through the two square hoops at the sides of the timer, and must likewise pass under the carbon paper.

New carbon paper is mounted by pushing it in beneath the clear plastic guide and coax it onto the steel pin.



Change the carbon paper when it is so worm that the dots are no longer prominent or if it starts to wrinkle.

### Adjustments

The armature with the pin for the dots sits in a flexible suspension. If needed, the spring can be tightened or loosened. The two finger nuts must be tightened against each other.

## Acceleration (due to gravity)

To measure the acceleration due to gravity, place the timer high on a stand rod that is held by a table clamp. Protect the floor against the impact of the weight. Use lab leads that are long enough that they can be out of the way.

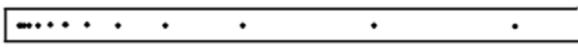
Cut a length of ticker tape that is almost as long as the distance from the timer to the floor. Pass the tape through the timer and attach a weight at the end.

Hold the tape tight and bring the weight to rest.

Start the timer by pressing the switch – release the tape, so that the weight pulls it all the way through the timer – release the switch again.

Note: Other kinds of constantly accelerated motion can be investigated as well. You can e.g. fix the end of the tape to a cart that runs down an incline.

The ticker tape will look like this:



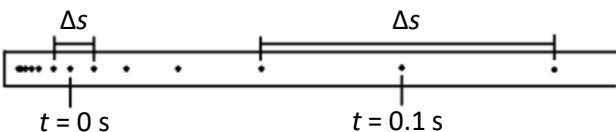
As we assume that the acceleration is constant, we don't need to decipher the very first millimeter of the tape, but can just define  $t = 0$  s in a clear dot close to the starting point.

### 50 Hz procedure

Mark every *fifth* dot, and calculate the speed of the weight as

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

$\Delta s$  is found as shown in the drawing here:



$\Delta t$  is  $2 \cdot 0.02$  s = 0.04 s.

### 60 Hz procedure

Use instead every *sixth* dot. The time for the *sixth* dot will then be 0.1 s as in the drawing above, but the time interval  $\Delta t$  is different:

$\Delta t$  is  $2 \cdot 0.01667$  s = 0.03333 s.

By plotting corresponding values of  $t$  and  $v$  in a coordinate system,  $g$  can be found as the slope of the best straight line through the data points.

## Conservation of mechanical energy

The tape let us not only measure the speed  $v$ , but also how far the weight has fallen  $L$ . This will let us find both the kinetic and the potential energy of the weight.

The zero point for potential energy can be chosen freely. If we define the potential energy of the weight to be zero when it is placed on the floor, the potential energy at the start point (at height  $h$ ) is given by

$$E_0 = m \cdot g \cdot h$$

The weight starts with kinetic energy zero.

The two energies are therefore found as

$$E_{\text{POT}} = E_0 - m \cdot g \cdot L$$

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

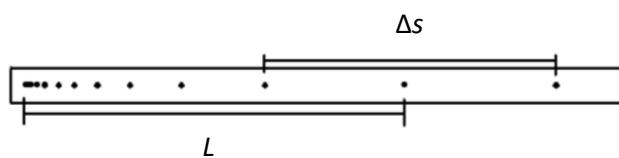
The sum of these is called the mechanical energy

$$E_{\text{MECH}} = E_{\text{POT}} + E_{\text{KIN}}$$

Its value is expected to be constant during a free fall.

The position of  $L = 0$  on the tape is important (in contrast with the acceleration measurement). Try to release the tape instantaneously.

The speed  $v$  is found like before, and the length of the fall  $L$  is measured directly on the tape:



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

Deviations from the conservation of energy can be assessed by calculating them as percentages of the total mechanical energy  $E_0$ .