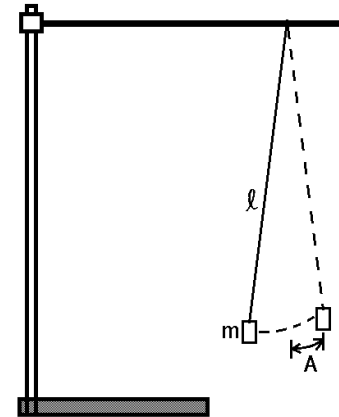


Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

# Practicum: slingertijd

## Opstelling en benodigdheden:

De opstelling waarmee gewerkt wordt staat hiernaast (schematisch) afgebeeld. Voor de opstelling zijn nodig: statief met dwarsstaaf, dun touw van ongeveer 1 m lengte, drie gewichtjes van 50 g, rolmaat en een stopwatch.



## Doel

Een voorwerp dat aan een touw hangt, kan heen en weer slingeren. In dit practicum wordt onderzocht of de slingertijd (symbool  $T$ ) afhangt van:

- 1) de massa van het voorwerp (symbool  $m$ ),
- 2) de amplitude (symbool  $A$ ),
- 3) de slingerlengte (symbool  $l$ ).

Zo ja, hoe hangt de slingertijd hier dan vanaf?

## Verwachting vooraf

Probeer vooraf te voorspellen hoe de slingertijd afhangt van de massa, de amplitude en de slingerlengte. Vul hieronder in: 'groter worden', 'gelijk blijven' of 'kleiner worden'.

Als  $m$  groter wordt zal  $T$  \_\_\_\_\_

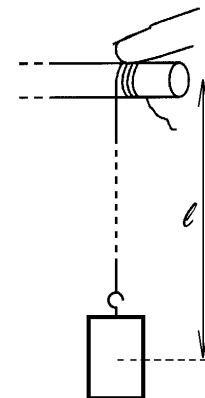
Als  $A$  groter wordt zal  $T$  \_\_\_\_\_

Als  $l$  groter wordt zal  $T$  \_\_\_\_\_

## Metingen

Om te weten te komen wat er werkelijk gebeurt, wordt de slingertijd gemeten bij verschillende massa's, amplitudes en slingerlengtes. Hierbij wordt gewerkt volgens de tabel op de achterzijde van dit blad. Elke rij in de tabel hoort bij een meting. Bijvoorbeeld wordt de eerste meting uitgevoerd bij  $m = 50$  g (dus slechts één blokje),  $A = 5$  cm en  $l = 90$  cm.

De slingerlengte is de afstand tussen het ophangpunt en het zwaartepunt van het blokje (of de blokjes). De slingerlengte kan het beste op de volgende manier worden ingesteld. Knoop een lusje bij het ene uiteinde van het touw. Daar komen de gewichtjes aan te hangen. Wind het andere uiteinde een paar keer om de horizontale staaf (dus geen knoop leggen!). Druk zonnodig op de windingen om verschuiven te voorkomen of gebruik een wasknijper. Zie de figuur hiernaast.



Om de slingertijd nauwkeurig te bepalen wordt de tijdsduur van 10 slingeringen gemeten. In de tabel is dit als  $10 \cdot T$  aangegeven. De slingertijd zelf wordt dan verkregen door de uitkomst door 10 te delen.

Voer de EERSTE meting van de tabel uit. Het nut van de laatste kolom (met  $T^2$ ) wordt pas aan het eind van dit practicum duidelijk.

Ga niet verder voordat je dit hebt laten controleren.

$m$ (gram)	$A$ (cm)	$\ell$ (cm)	$10 \cdot T$ (s)	$T$ (s)	$T^2$ (s <sup>2</sup> )
50	5	90			
100	5	90			
150	5	90			
50	10	90			
50	15	90			
50	5	60			
50	5	30			

Werk nu de rest van de tabel af.

### Conclusies

Schrijf hieronder op welke conclusies je kunt trekken als je naar de getallen in de tabel kijkt. Laat de laatste kolom (met  $T^2$ ) daarbij buiten beschouwing.

Laat dit controleren.

Maak een diagram waarin het kwadraat van de slingertijd ( $T^2$ ) tegen de slingerlengte ( $\ell$ ) is uitgezet. Teken zo mogelijk een trendlijn door of langs de punten. Wat kun je uit het diagram concluderen?

Laat dit controleren.

# Practicum massa-veersysteem

Hang het blokje aan de spiraalveer.

Laat het blokje op en neer bewegen met een amplitude van 1 cm.

Bepaal hierbij zo nauwkeurig mogelijk de trillingstijd van het blokje.

Bereken daarna ook de bijbehorende frequentie.

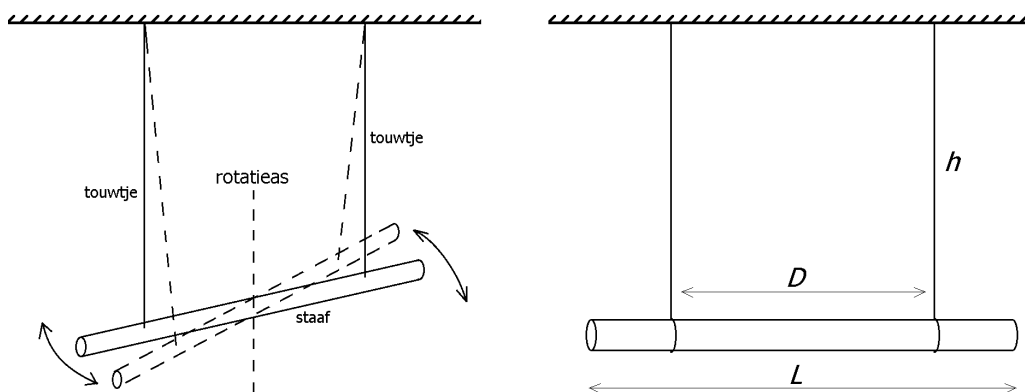
Noteer de werkwijze, de meetresultaten en de berekeningen kort maar volledig en overzichtelijk.

Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

# Practicum: bifilaire slinger

## Doel van het practicum

In dit practicum wordt een bifilaire slinger in trilling gebracht zoals in de onderstaande linker figuur is afgebeeld. De uiteinden van de staaf worden een klein stukje in horizontale richting uit hun evenwichtsstand gebracht. Na het loslaten voert de staaf een heen en weergaande draaibeweging rond de verticale rotatieas uit (zie figuur). Het verband tussen de trillingstijd  $T$  en de drie grootheden  $h$  (= afstand van ophangpunt tot de hartlijn van de staaf),  $D$  (= afstand tussen de touwtjes) en  $L$  (= lengte van de staaf) wordt onderzocht. In de onderstaande rechter figuur staan deze lengtes aangegeven. De touwtjes bevinden zich op gelijke afstand vanaf het midden van de staaf.



## Theorie

Zolang de uitwijking niet te groot is, geldt de volgende uitdrukking voor  $T$ .

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{3g}} \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{h}$$

In deze formule is  $g$  de gravitatieversnelling ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

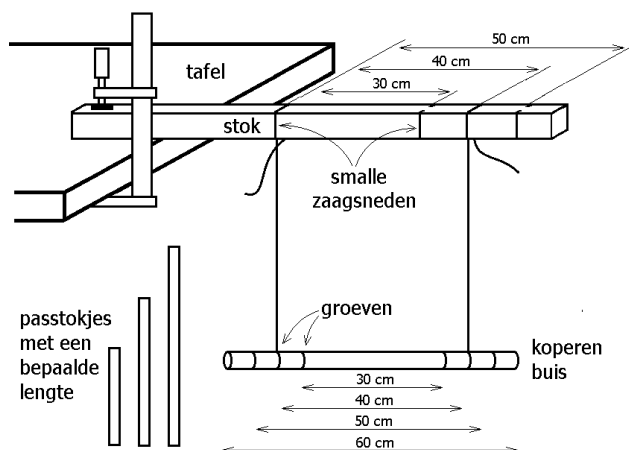
Merk op dat de massa van de staaf niet van invloed is op de trillingstijd. Merk ook op dat als de touwtjes steeds aan de uiteinden van de staaf bevestigd zijn (dus  $D = L$ ), de trillingstijd niet meer van de lengte van de staaf afhangt.

## Meetopstelling

In dit practicum wordt gebruik gemaakt van de opstelling van hiernaast. De bewegende staaf is een koperen buis met een lengte  $L$  van 60,0 cm.

De koperen buis hangt met twee dunne draadjes aan een houten stok. De stok wordt aan één uiteinde op een tafel geklemd.

Om de afstand tussen de twee draden eenvoudig en nauwkeurig in te kunnen stellen, zijn er op de koperen buis een aantal groeven en op de stok een aantal zaagsneden aangebracht.



De lengte van de touwtjes kan eenvoudig en nauwkeurig worden ingesteld door gebruik te maken van passtokjes. Deze moeten langs de touwtjes gehouden worden. De passtokjes zijn op lengte gemaakt, waarbij rekening is gehouden met de halve buisdiameter. De touwtjes kunnen om de stok worden gewonden waarbij de touwtjes in de zaagsneden moeten vallen.

### Metingen

Voer nu de volgende metingen uit.

Bepaal bij een vaste touwafstand  $D$  van 40,0 cm de trillingstijd  $T$  bij slingerlengte  $h$  van 30,0 cm, 50,0 cm en 75,0 cm.

Bepaal bij een vaste slingerlengte  $h$  van 50,0 cm de trillingstijd  $T$  bij touwafstand  $D$  van 30,0 cm, 40,0 cm en 50,0 cm (één meting wordt dus twee keer uitgevoerd).

De tijdmetingen mogen niet te kort duren (niet veel minder dan 20 s) in verband met de nauwkeurigheid. Meet daarom de tijd van bijvoorbeeld 20 trillingen.

### Verwerking van de meetresultaten

Maak in Excel een tabel met de volgende kolommen (met in iedere kolom zes meetwaarden).

In de eerste kolom  $L$  (m).

In de tweede kolom  $D$  (m).

In de derde kolom  $h$  (m).

In de vierde kolom bijvoorbeeld  $20 \cdot T$  (s).

In de vijfde kolom  $T$  (s).

In de zesde kolom  $\sqrt{h}$  ( $\sqrt{m}$ ).

In de zevende kolom  $L/D$

In de achtste kolom  $L/D \cdot \sqrt{h}$  ( $\sqrt{m}$ ).

Ga met behulp van een grafiek na of  $T$  evenredig is met de wortel van  $h$ .

Ga met behulp van een grafiek na of  $T$  evenredig is met  $L/D$ .

Zet in een derde grafiek  $T$  tegen  $(L/D) \cdot \sqrt{h}$  uit. Gebruik daarbij alle zes meetwaarden.

Bepaal uit de vergelijking van de trendlijn de waarde van de gravitatieversnelling  $g$ .

### Extra informatie over de lusjes om de koperen buis

De lusjes om de koperen buis kunnen nauwer gemaakt worden door aan de lange uiteinden te trekken en wijder gemaakt worden door aan de korte uiteinden te trekken. De onderstaande figuren tonen hoe de knoopjes gemaakt worden. Met dank aan Nop Velthuisen!

