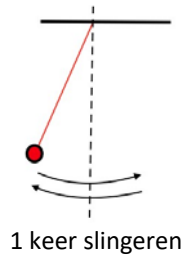


Bijlage hoofdstuk 6: Slingeren aan een touwtje

In deze les gaan jullie uitzoeken wat het verband is tussen de slingertijd van een slingerend gewicht aan een touwtje en de lengte van de slinger. We gaan er van uit dat het touwtje zelf geen gewicht heeft. Je werkt in teams van 3 of 4 leerlingen. De slingertijd hoort bij het één keer heen en weer slingeren van het gewichtje. Om een betrouwbaar resultaat te krijgen moet je bij korte touwlengte de tijd meten van 10 trillingstijden, bij touwlengte vanaf 50 cm meet je de tijd van 5 trillingen.



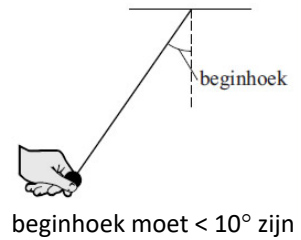
Het onderzoek bestaat uit drie onderdelen.

1. Hoe varieert de slingertijd als je bij een zelfde lengte verschillende gewichten aan het touwtje hangt?
2. Hoe varieert de slingertijd afhankelijk van de lengte van het touwtje bij een zelfde gewicht?
3. Kun je m.b.v. de gegevens en de bijbehorende grafiek een verband opstellen tussen slingertijd en touwlengte?

Per team zijn nodig een stuk touw (iets langer dan 1 m), een meetlint, enkele metalen ringetjes, een stopwatch, een werkblad met een tabel, ruitjespapier of grafiek.

In elk team zijn de volgende taken te verrichten:

- Een persoon zorgt ervoor dat op het touw de lengte wordt gemeten tussen het gewicht (de sluitingen) en het begin van de slinger.
- Een persoon houdt met de ene hand het (securer gemeten) begin van het touwtje stevig vast (of je maakt het touwtje op de juiste lengte vast aan een stellage) en met de andere hand het gewichtje met een kleine uitwijking uit de verticale richting. Het is bekend dat de slingertijden gaan afwijken als je de beginhoek van waaruit je het gewichtje loslaat te groot maakt. Neem de hoek niet groter dan 10° .
- Een derde persoon staat klaar met de stopwatch en drukt die in zodra de eerste persoon aangeeft dat hij het gewichtje loslaat. Samen tellen ze totdat er 10 (of 5) hele slingerbewegingen gemaakt zijn. Het verdient aanbeveling om (als daar tijd voor is) ook de metingen te doen met andere personen, dus de taken te verwisselen. Neem gemiddelden van de verschillende metingen.
- Een persoon schrijft de uitkomsten van de metingen in de tabel. Deze persoon rekent zo nodig de gemeten getallen (via de tijd van (5 naar) 10 slingerbewegingen) om naar 1 slingertijd.



1. Voer metingen uit van (10 of 5) slingertijden bij lengten 25, 50 en 100 cm van de slinger waarbij je eerst 1 sluitring aan het eind hangt, vervolgens 2, en tenslotte 5. Welke conclusie kun je trekken over de slingertijd en het aantal ringen?
2. Voer metingen uit van (10 of 5) slingertijden bij de lengten die in de tabel staan met telkens het zelfde aantal ringen. Neem onderstaande tabel over op een ruitjesblad. Wat denk je, wordt de slingertijd twee keer zo groot als je de lengte van de slinger twee keer zo lang maakt?

l	5	10	15	20	25	50	75	100
$10T$								
T								
truc: T/\sqrt{l}								

3. Zet op een ruitjesblad de slingertijd T (op de verticale as) uit tegen de lengte van de slinger l in cm. Schets de grafiek door de getekende punten. Waarom zal de grafiek in (0,0) beginnen? Van welk soort formule zie je de grafiek? Kun je een formule opstellen die bij de grafiek hoort?

Vul de getallen in de tabel in en bedenk welke zelfde bewerking telkens kan worden uitgevoerd om uit \sqrt{l} op T uit te komen.

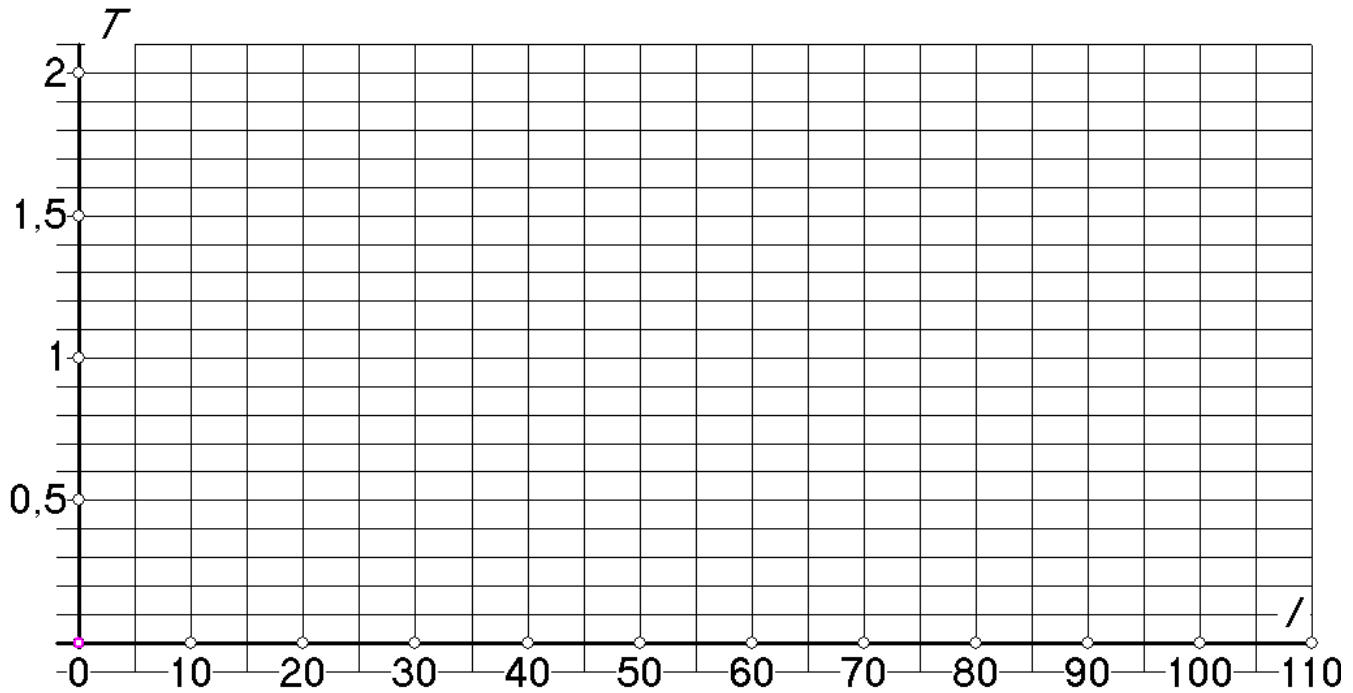
De formule is dan $T = c \cdot \sqrt{l}$. Welk getal is c ? Lukt het niet? Lees dan verder.

Door in de tabel gebruik te maken van de extra rij getallen met een **truc**, kun je een vermoeden geven van de formule.

Welke formule geeft het verband tussen de slingertijd en de lengte van de slinger?

l	\sqrt{l}	T	?
100	
50	
25	
10	

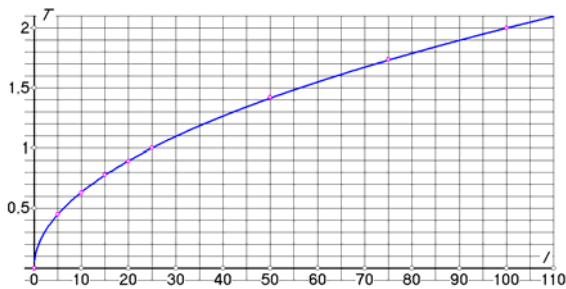
Bijlage voor de grafiek



De tabel van de leerlingen komt in het ideale geval in de buurt van:

l	5	10	15	20	25	50	75	100
$10T$	4,5	6,3	7,8	8,9	10,0	14,2	17,4	20,0
T	0,45	0,63	0,78	0,89	1,0	1,42	1,74	2,0
truc: T/\sqrt{l}	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Je ziet nu een lineair verband tussen T en $w = \sqrt{l}$. De helling $\frac{\Delta T}{\Delta w} = \frac{\Delta T}{\Delta \sqrt{l}} = 0,2$ geeft $T = 0,2 \sqrt{l}$.



Met wat hulp bij de grafiek $T = c \cdot \sqrt{l}$

l	\sqrt{l}	T	?
100	10	→ 2	
50	7	→ 1,4	
25	5	→ 1	
10	3,2	→ 0,64	telkens gedeeld door 5
			dus $c \approx \frac{1}{5} = 0,2$

Om leerlingen op een idee te brengen kun je er voor kiezen om de metingen te laten uitvoeren bij kwadraten (cm) als lengte van het touwtje.

l	4	9	16	25	36	49	64	100
$10T$	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	18,0	20,0
T	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,0
truc: $w = \sqrt{l}$	2	3	4	5	6	7	8	10