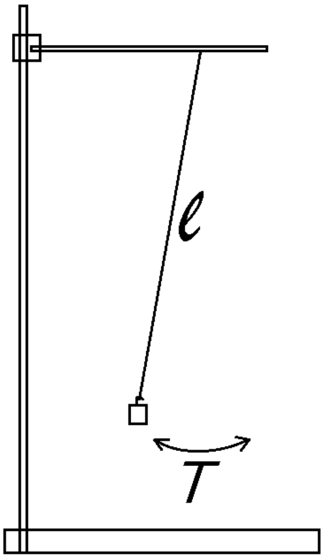
Bepaling gravitatieversnelling met slinger

Inleiding



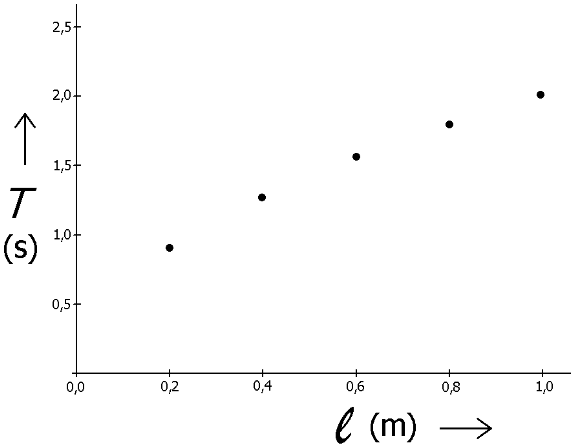
Het is eenvoudig om de gravitatieversnelling met een slinger te bepalen. Zolang de uitwijking niet te groot is, hangt de slingertijd T namelijk alleen van de slingerlengte ℓ en van de gravitatieversnelling g af volgens de volgende formule.

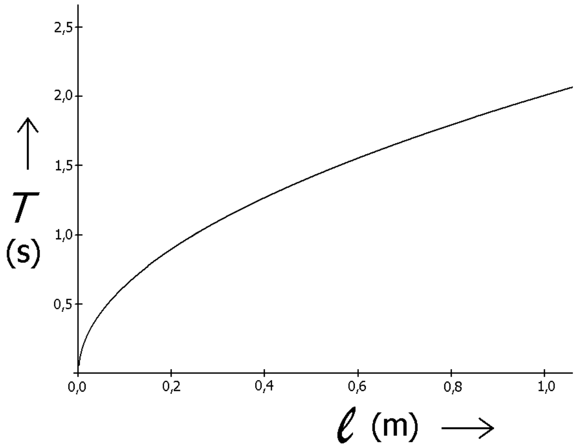
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

In de figuur hiernaast zijn de slingertijd en slingerlengte aangegeven. De slingertijd is de tijd die het blokje nodig heeft om één keer heen en weer te gaan. De slingerlengte is de afstand van het ophangpunt tot het zwaartepunt van het blokje.

In feite zou je de slingertijd bij één slingerlengte kunnen bepalen en vervolgens met de bovenstaande formule de waarde van g kunnen berekenen. In dit practicum bepalen we de slingertijd echter bij een aantal verschillende slingerlengtes. Vervolgens bepalen we uit deze groep metingen de waarde van g. Hieronder wordt uitgelegd hoe dat gedaan wordt.

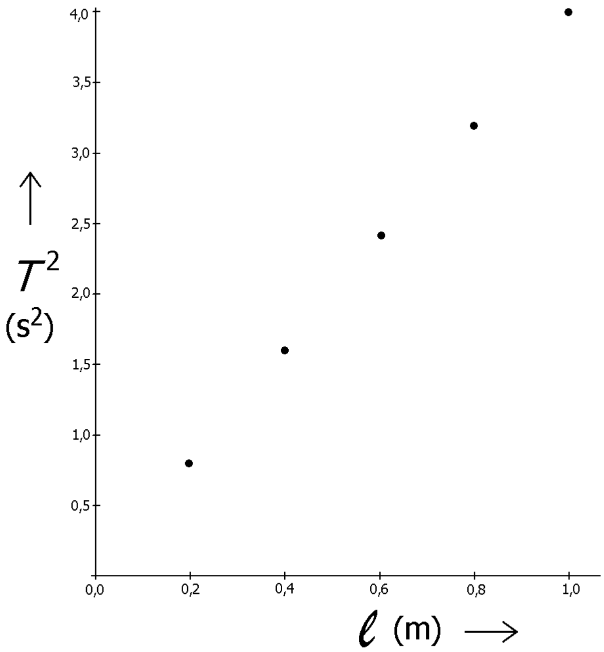
Stel dat je slingertijd zou meten bij de volgende slingerlengtes: 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m, 0,80 m en 1,0 m. Als je vervolgens de slingertijd tegen de slingerlengte in een diagram zou uitzetten, zou je iets krijgen zoals het onderstaande linker diagram. De meetpunten liggen niet op een rechte lijn.

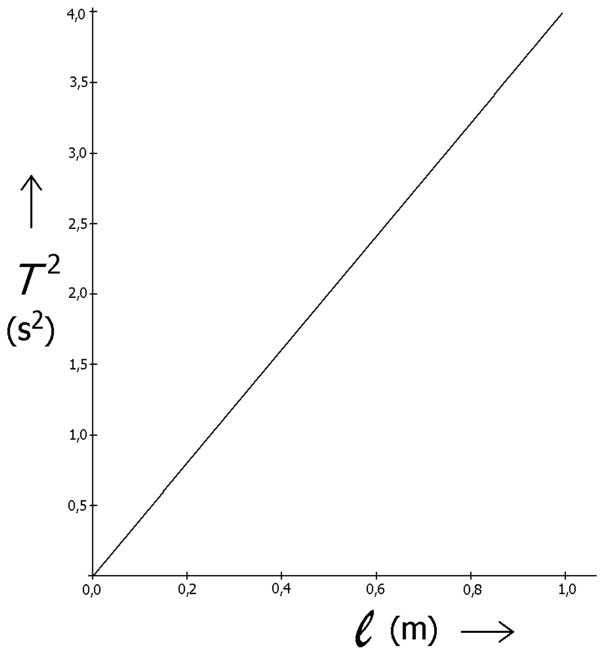




Det rechter diagram geeft het verband tussen slingertijd en slingerlengte volgens de bovenstaande formule. Het feit dat de grafiek steeds minder steil loopt, komt omdat de slingerlengte onder het wortelteken staat.

Als je niet de (gemeten) slingertijd maar het kwadraat van de slingertijd tegen de slingerlengte uitzet, krijg je een diagram zoals dat hieronder links is afgebeeld. De meetpunten liggen nu wel op een rechte lijn (afgezien van meetfouten). Bovendien gaat deze lijn door de oorsprong.





Het rechter diagram geeft het verband tussen T^2 en ℓ zoals dat uit de bovenstaande formule volgt. Als we van deze formule het linker en rechter lid kwadrateren, krijgen we:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot l$$

Dat deze formule een lineaire grafiek oplevert, wordt duidelijk als je hem schrijft als:
$y = c \cdot x$.
Hierin neemt y de plaats in van T^2 en x de plaats in van ℓ.
Voor de evenredigheidsconstante c geldt:

$$c = \frac{4\pi^2}{g}$$

In grote lijnen ziet het practicum er nu zo uit.
Eerst wordt de slingertijd gemeten bij verschillende slingerlengtes.
Daarna worden de slingertijden gekwadrateerd.
Daarna wordt in een diagram het kwadraat van de slingertijd tegen de slingerlengte uitgezet.
Daarna wordt in het diagram de trendlijn getrokken die het best bij de meetresultaten past.
Tot slot wordt uit de steilheid van de trendlijn (dit is de hierboven genoemde evenredigheidsconstante c) de gravitatieversnelling bepaald.

Bij dit practicum zal Excel gebruikt worden.

Uitvoering van de proef

Bepaal bij verschillende slingerlengtes de slingertijd. Om meetfouten zo klein mogelijk te houden, kun je het beste de tijd van tien (of meer) slingeringen meten. In het trappenhuis kun je ook grote slingerlengtes nemen.

Open Excel.
Zet de slingerlengtes in kolom A.
Zet de slingertijden in kolom B.
Laat Excel het kwadraat van de slingertijden uitrekenen in kolom C.
Laat Excel een diagram maken waarin het kwadraat van de slingertijd tegen de slingerlengte is uitgezet.
Laat Excel de best passende trendlijn (recht en door de oorsprong) vinden.
Zet de vergelijking van de trendlijn in het diagram.
Bepaal uit de vergelijking van de trendlijn de gravitatieversnelling.