

Practicum algemeen

- § 1 Diagrammen maken
- § 2 Lineair verband en evenredig verband
- § 3 Het schrijven van een verslag

§ 1 Diagrammen maken

Onafhankelijke grootheid en afhankelijke grootheid

In veel experimenten wordt het verband onderzocht tussen twee grootheden. Zo gaat het bij een lampje bijvoorbeeld om het verband tussen de spanning en de stroomsterkte. Bij een slinger gaat het meestal om het verband tussen de slingerlengte en de slingertijd.

Vaak kan onderscheid gemaakt worden tussen de onafhankelijke en de afhankelijke grootheid. De onderzoeker kiest zelf de verschillende waarden van de onafhankelijke grootheid en meet de daarbij behorende waarden van de afhankelijke grootheid. Bij een slinger wordt de lengte van de slinger steeds ingesteld. De slingerlengte is dan dus de onafhankelijke grootheid en de slingertijd de afhankelijke grootheid.

Tabel

Een overzichtelijke manier om meetresultaten te presenteren is in een tabel. Zie bijvoorbeeld de tabel hiernaast. Deze heeft betrekking op een slinger. De slingerlengte is met ℓ aangegeven en de slingertijd met T . Uit de tabel blijkt dat de slingertijd toeneemt als de slingerlengte groter wordt.

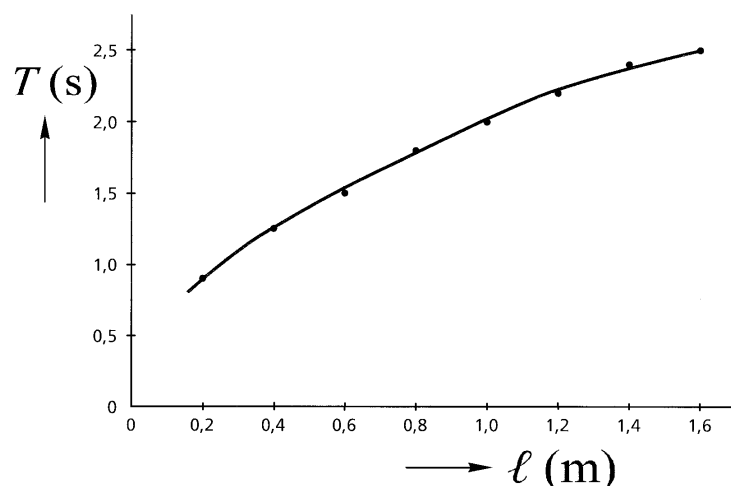
ℓ (m)	T (s)
0,20	0,9
0,40	1,2
0,60	1,5
0,80	1,8
1,00	2,0
1,20	2,2
1,40	2,4
1,60	2,5

Elke tabel bestaat uit rijen (horizontaal) en kolommen (verticaal). De tabel hiernaast bevat dus negen rijen en twee kolommen. De onafhankelijke grootheid wordt meestal in de eerste kolom gezet en de afhankelijke grootheid in de tweede kolom.

De bovenste rij van een tabel heet de kop van de tabel. In de kop staan de grootheden (ℓ en T) en de bijbehorende eenheden (m en s) vermeld. Zie de figuur hiernaast.

Diagram

In een diagram worden altijd twee grootheden tegen elkaar uitgezet. De onafhankelijke grootheid staat langs de horizontale as uitgezet en de afhankelijke grootheid langs de verticale as. Zie bijvoorbeeld het diagram hiernaast. Deze heeft op dezelfde slinger betrekking als de tabel hierboven. Langs de assen moeten behalve de grootheden (ℓ en T) ook de bijbehorende eenheden (m en s) staan.



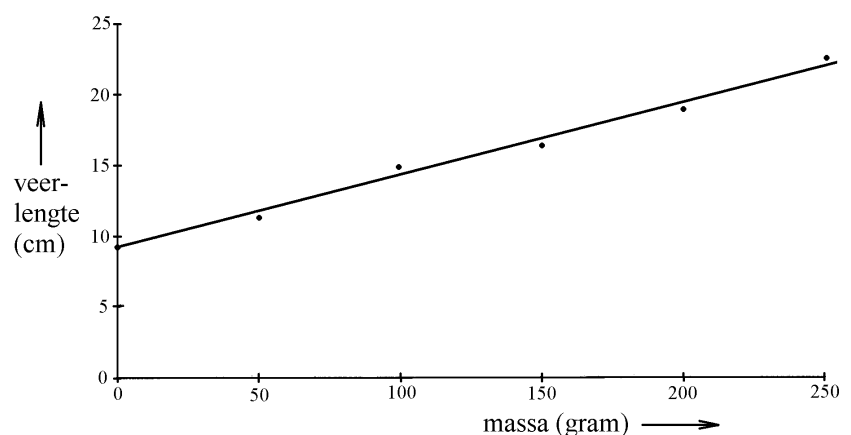
Bij verschillende slingerlengtes is de slingertijd gemeten. Zodoende zijn er een aantal meetpunten (ℓ_1, T_1) , (ℓ_2, T_2) , (ℓ_3, T_3) enzovoort. Zie ook de bovenstaande tabel. Deze meetpunten moeten als dikke stippen in het diagram weergegeven worden. Vervolgens moet in het diagram een lijn getrokken worden die zo goed mogelijk aansluit bij de getekende stippen. De oorspronkelijke stippen moeten echter duidelijk herkenbaar blijven. Ga dat in het diagram na.

Getrokken lijn die niet door de stippen loopt; trendlijn

Zoals hiervoor gezegd is, moeten eerst een aantal dikke stippen getekend worden om meetresultaten in een diagram uit te zetten. Daarna moet er een lijn getrokken worden die zo goed mogelijk bij de stippen aansluit. Soms is het echter beter om deze lijn niet DOOR maar LANGS de stippen te laten gaan. Dit geldt met name als meetfouten van sommige meetpunten een overduidelijke rol spelen. Dan is het beter om het globale verband tussen twee grootheden weer te geven. We kunnen in dat geval spreken over een TRENDLIJN. Met het onderstaande voorbeeld wordt dit toegelicht.

Stel dat een spiraalveer verticaal wordt opgehangen. Als er aan de onderkant van de spiraalveer blokjes van 50 gram worden gehangen, dan wordt de spiraalveer langer. Als de veerlengte tegen de gezamenlijke massa van de blokjes uitgezet wordt, dan ontstaat er een grafiek zoals hieronder is weergegeven.

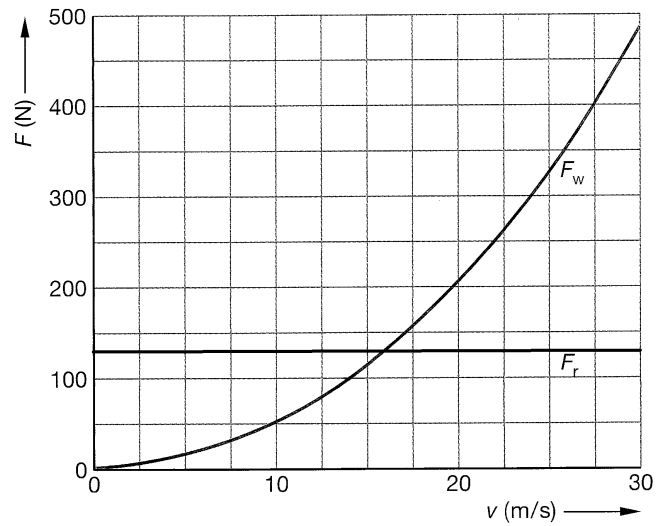
In één oogopslag is te zien dat het verband tussen de veerlengte en de massa LINEAIR is. Anders gezegd: de stippen horen eigenlijk op een rechte lijn te liggen. Dat de stippen dat in werkelijkheid niet doen is het gevolg van meetfouten. De lijn die nu getekend moet worden is een RECHTE lijn die zo dicht mogelijk langs de stippen loopt.



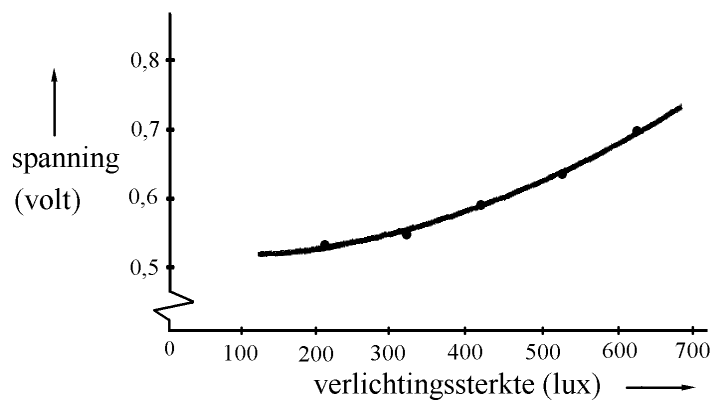
Schaalverdeling langs de assen

Het is verstandig om het diagram op ruitjespapier of millimeterpapier te tekenen. De schaalverdeling (= de getallen langs de assen) moet zodanig zijn, dat het aflezen van waarden gemakkelijk is. Dit wordt bereikt door langs de assen de stapgrootte per hokje (of centimeter bij millimeterpapier) 1, 2 of 5 te laten zijn. De komma mag hierbij verschoven worden. Zo mag de stapgrootte per hokje in plaats van 2 dus ook 20 of 0,2 zijn.

Neem als voorbeeld het diagram dat hiernaast is afgebeeld. De verticale as heeft wel een goede schaalverdeling want de stapgrootte per hokje is 50 newton (N). De horizontale as heeft geen goede schaalverdeling want de stapgrootte per hokje is 2,5 meter per seconde (m/s). Probeer maar eens de waarden van het snijpunt van beide grafieken te bepalen. Aflezen langs de verticale as gaat gemakkelijk: ongeveer 130 N. Aflezen langs de horizontale as gaat moeilijk: ongeveer 16 m/s.



Kies de schaalverdeling tenslotte zodanig dat het grootste gedeelte hiervan gebruikt wordt. Voorkom een schaalverdeling waarbij de stippen slechts in een klein gebied liggen. Met andere woorden: maak de grafiek BLADVULLEND. Gebruik zonodig een zaagtand. Zie het diagram hiernaast.



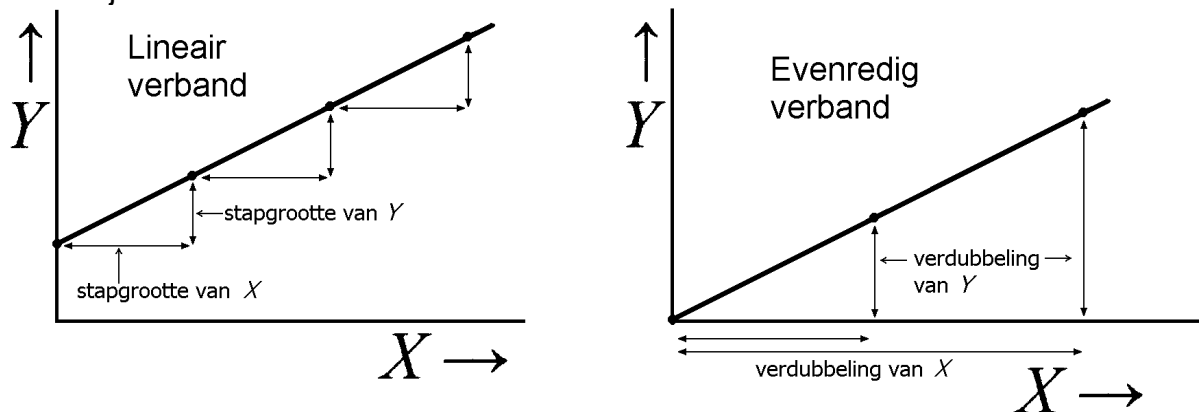
§ 2 Lineair verband en evenredig verband

Lineair verband tussen de grootheden X en Y

Stel dat grootheid Y afhangt van grootheid X. In een diagram kan Y dan tegen X uitgezet worden. Als dat een rechte lijn oplevert, spreken we over een lineair verband tussen X en Y. Zie bijvoorbeeld de onderstaande linker figuur. Kenmerkend is dat bij een vaste stapgrootte van X ook een vaste stapgrootte van Y hoort.

Voorbeeld

Als je een vloeistof verwarmt, bestaat er een lineair verband tussen de temperatuur en de tijd.



Evenredig verband tussen de grootheden X en Y

Als het diagram waarin Y tegen X uitstaat een rechte lijn door de oorsprong oplevert, spreken we van een evenredig verband tussen X en Y. In dat geval kan je ook zeggen dat Y evenredig is met X. Zie bijvoorbeeld de bovenstaande rechter figuur. Als X twee keer (algemeen: n keer) zo groot wordt, wordt Y ook twee keer (algemeen: n keer) zo groot. Als X en Y op elkaar worden gedeeld, is de uitkomst (dus Y/X) dus steeds gelijk. Deze eigenschap zit ook in het woord “evenredig” wat “gelijke verhouding” betekent.

Merk op dat als X en Y evenredig met elkaar zijn, er altijd een lineair verband tussen X en Y bestaat. Omgekeerd hoeft een lineair verband niet te betekenen dat X en Y evenredig met elkaar zijn.

Voorbeelden

1)

Bij een spiraalveer zijn de veerkracht F_V en de uitrekking u evenredig met elkaar. De uitkomst van $\frac{F_V}{u}$ wordt de veerconstante genoemd.

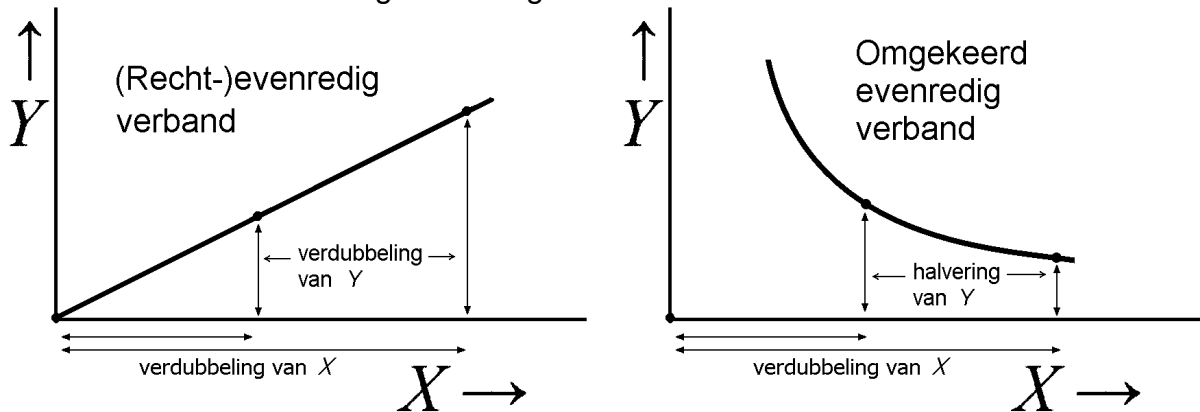
2)

Bij verschillende blokjes lood zijn de massa m en het volume V evenredig met elkaar.

De uitkomst van $\frac{m}{V}$ wordt de dichtheid genoemd.

Omgekeerd evenredig verband tussen de grootheden X en Y

Stel opnieuw dat grootheid Y afhangt van grootheid X. Hierboven bespraken we het geval waarin Y twee keer zo groot wordt als X twee keer zo groot wordt (in het algemeen n keer zo groot). We zeggen dan dat Y evenredig is met X. Het kan echter ook zo zijn dat Y twee keer zo klein wordt als X twee keer zo groot wordt. We zeggen dan dat Y 'omgekeerd evenredig' is met X. Zie de onderstaande twee figuren waarbij er links sprake is van een evenredig verband en rechts van een omgekeerd evenredig verband. Omdat de linker grafiek recht is, wordt een evenredig verband ook wel een rechtevenredig verband genoemd.



Voorbeeld

Als een auto met een gegeven (vaste) motorkracht optrekt bij een verwaarloosbare wrijving, is de versnelling omgekeerd evenredig met de massa van de auto.

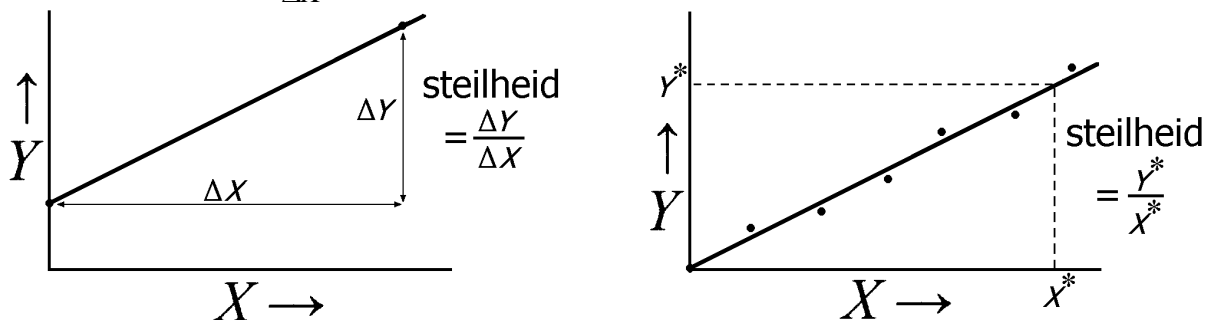
Steilheid van een rechte grafiek

Als de grafiek van Y tegen X een rechte lijn is, kunnen we van de steilheid van de grafiek spreken. Uitgaande van twee punten op de grafiek gebruiken we de volgende symbolen. Zie ook de onderstaande linker figuur.

ΔX de toename van X.

ΔY de toename van Y.

De steilheid is dan $\frac{\Delta Y}{\Delta X}$.



Bij veel practica wordt het verband tussen twee grootheden X en Y onderzocht. Dit verband kan dan in een diagram worden weergegeven zoals bijvoorbeeld hierboven rechts is afgebeeld. Bij een rechte trendlijn hoort een steilheid. Zoals we hierna zullen zien, stelt deze steilheid vaak een natuurkundige grootheid voor.

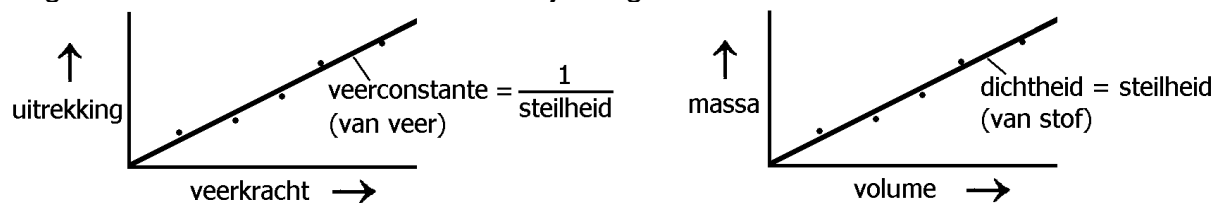
Stel dat het verband tussen X en Y evenredig is en dat het diagram, waarin Y tegen X is uitgezet, handmatig gemaakt wordt (dus zonder hulp van een computerprogramma zoals Excel). De steilheid kan dan eenvoudig bepaald worden door één (handig gekozen) punt van de trendlijn te nemen. De bijbehorende waarden X^* en Y^* moet je dan op elkaar delen. Zie nogmaals het bovenstaande rechter diagram.

Uit de steilheid de waarde van een fysische grootheid bepalen

Uit de steilheid van de trendlijn volgt vaak de waarde van een natuurkundige grootheid. Zie bijvoorbeeld de onderstaande figuren.

De linker figuur heeft betrekking op een spiraalveer. In het diagram is de uitrekking tegen de veerkracht uitgezet. Uit de steilheid van de trendlijn volgt de veerconstante van de veer.

De rechter figuur heeft betrekking op een aantal blokjes die van dezelfde stof zijn gemaakt. In het diagram is de massa van de blokjes tegen het volume van de blokjes uitgezet. Uit de steilheid van de trendlijn volgt de dichtheid van de stof.



Het lijkt nogal omslachtig om de waarde van een grootheid (zoals de veerconstante of de dichtheid) te bepalen met behulp van de steilheid van de trendlijn. De grootheid volgt immers ook uit afzonderlijke metingen (afzonderlijke stippen in het diagram). Waarom dan toch de trendlijn gebruiken? De reden is dat de trendlijn ALLE meetpunten meeweegt. Dat geeft een nauwkeuriger resultaat dan het gebruiken van slechts één meetpunt.

§ 3 Het schrijven van een verslag

Schrijf kort en bondig

Maak het verslag kort en overzichtelijk. Niemand heeft zin om dikke verslagen te lezen; dat schrikt af! Het kort en bondig schrijven is een kunst. Vaak moet de oorspronkelijke tekst herhaaldelijk worden aangepast om het aantal woorden terug te brengen. Denk bijvoorbeeld aan de beroemde uitspraak “Sorry voor deze lange brief; ik had geen tijd om een kortere te schrijven.”

Vermeld alleen de gegevens die de lezer nodig heeft om de proef zelf ook te kunnen uitvoeren. Dus geen overbodige informatie zoals merk en typenummer van een ampèremeter. De leesbaarheid wordt ook vergroot door gebruik te maken van figuren. Meestal is er dan minder tekst nodig. Een oud Chinees spreekwoord zegt: “Een beeld zegt meer dan duizend woorden.” Zie de onderstaande voorbeelden. Ook eventuele berekeningen kort en bondig opschrijven!

Vermijd de ik- of wij-vorm. Zie de volgende voorbeelden.

Niet: “Om de druk te bepalen, moeten we de volgende berekening maken.”

Wel: “De druk volgt uit de onderstaande berekening.”

Niet: “In de volgende tekst heb ik het begrip precessie uitgelegd”.

Wel: “De volgende tekst legt het begrip precessie uit.”

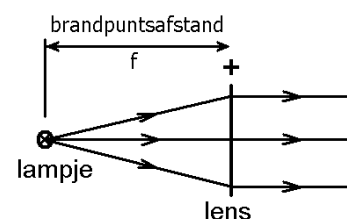
Voorbeeld 1

Oorspronkelijk

Als je de brandpuntsafstand van een lens wilt meten, heb je een lampje en een plank nodig waarop je het licht, dat door de lens heen gaat, kan zien. Je puzzelt een beetje met de afstand tussen het lampje en de lens totdat je een evenwijdige straal krijgt. Als je die evenwijdige straal hebt, is de afstand tussen de lamp en de lens gelijk aan de brandpuntsafstand. Daaruit vinden we 64/65 mm.

Verbeterde versie

Een lampje werd voor de lens geplaatst. De afstand tussen het lampje en de lens werd zodanig ingesteld dat er een evenwijdige lichtbundel uit de lens kwam. Zie de figuur hiernaast. De afstand tussen lampje en lens is dan gelijk aan de brandpuntsafstand f . Deze bleek 6,4 á 6,5 cm te zijn.



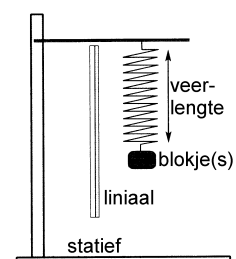
Voorbeeld 2

Oorspronkelijk

We hingen een spiraalveer verticaal op aan een statief en maten de veerlengte. Daarna hingen we een blokje van 50 gram aan de spiraalveer. We maten opnieuw zijn lengte. Daarna hingen we nogmaals een blokje van 50 gram aan de spiraalveer en maten opnieuw de lengte van de veer. Dit hebben we in totaal vijf keer gedaan.

Verbeterde versie

De figuur hiernaast toont de opstelling. Eerst werd de basislengte van de spiraalveer (zonder blokje) gemeten. Daarna werden er steeds meer blokjes van 50 gram aan de spiraalveer gehangen en werd elke keer opnieuw de veranderde veerlengte gemeten.



Mogelijke indeling van een verslag

Een verslag van een proef begint met een titel. Kies grote letters voor de titel. Ook moeten de namen van de schrijvers en de datum in het begin vermeld worden. De rest van het verslag kan (maar hoeft niet) een indeling hebben, zoals hieronder staat aangegeven. De verschillende onderdelen van het verslag moeten beginnen met kopjes, zoals “Doel van de proef” en “Uitvoering van de proef”. Hiermee wordt de leesbaarheid van het verslag vergroot.

Doel van de proef

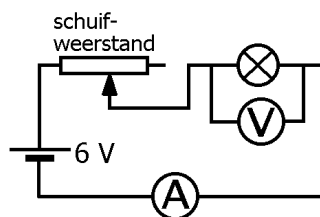
Je vertelt hier kort wat je gaat onderzoeken of wat je wilt weten.

Uitvoering van de proef

Je vertelt hier hoe je de metingen uitvoert en welke instrumenten (bijv. voltmeter) je gebruikt. Een tekening van de opstelling kan erg nuttig zijn, want dit maakt in één klap duidelijk wat je bedoelt. Vergelijk bijvoorbeeld de twee mogelijkheden hiernaast.

Mogelijkheid 1

De onderstaande figuur toont de gebruikte schakeling. De spanning over het lampje wordt gevarieerd met behulp van de schuifweerstand.



Mogelijkheid 2

Een lampje wordt in serie met een schuifweerstand en een ampèremeter op een spanningsbron van 6 V aangesloten. Eén van de vaste aansluitpunten van de schuifweerstand is niet aangesloten. De spanning over het lampje wordt met een voltmeter gemeten. De spanning over het lampje wordt gevarieerd met behulp van de schuifweerstand.

Meetresultaten

Als een aantal metingen uitgevoerd wordt, kunnen de meetwaarden het beste in één of meerdere tabellen gezet worden. Beschrijf elke tabel vooraf kort. Bijvoorbeeld iets in de trant van: “In de onderstaande tabel staan de meetresultaten die horen bij de veer. In de eerste kolom staat de massa die aan de veer hangt en in de tweede kolom de veerlengte.”.

Teken zonodig één of meerdere diagrammen. Het voordeel van een diagram is dat in één oogopslag het verband tussen twee grootheden (die in het diagram tegen elkaar zijn uitgezet) zichtbaar is. Beschrijf elk diagram vooraf kort. Bijvoorbeeld iets in de trant van: “In het onderstaande diagram staat de uitrekking van de veer uitgezet tegen de veerkracht.”.

Conclusies

Formuleer de conclusie(s) die uit de meetresultaten getrokken kunnen worden. Een conclusie moet een direct antwoord geven op de oorspronkelijke vraag (zie het doel van de proef). Let op: een conclusie is wat anders dan een samenvatting.