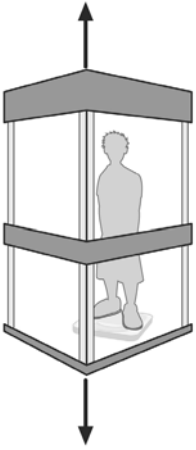


## MODULE 1

## Meganika

Einstein krag versnel  
Galileo  
momentum Newton vertraag  
kragmoment beweging



In Graad 10 het ons kinematika, of beweging, ondersoek in terme van snelheid, versnelling, verplasing, en so meer.

In hierdie module val die klem op die redes vir beweging – wat sit 'n voorwerp in rus aan die beweeg, wat veroorsaak dat 'n voorwerp versnel of vertraag word. Jy sal die verwantskap tussen beweging en die kragte wat beweging veroorsaak, ondersoek.

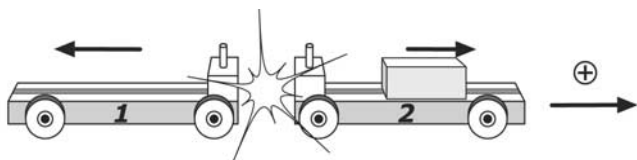
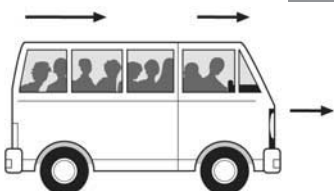
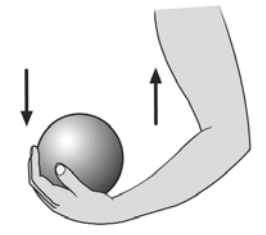
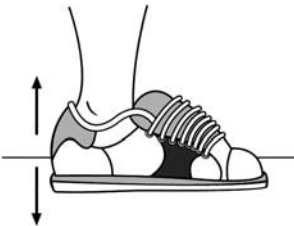
In hierdie module werk jy deur die volgende eenhede:

- Newton se bewegingswette
- Newton se Universele Gravitasiwette
- momentum
- kragmoment.

Ons weet uit ervaring dat 'n voorwerp nie kan beweeg tensy 'n krag daarop aangewend word nie. In die vroeë 1600's het Galileo hierdie verskynsel waargeneem. Ons begin ons studie met Galileo en gaan voort tot by Isaac Newton, die vader van klassieke fisika. Newton het die bewegingswette en die Universele Gravitasiwette in 1687 geformuleer en ons gebruik dit vandag nog, hoewel Albert Einstein nuwe wette in 1905 geformuleer het. Om die verwantskap tussen hierdie twee groot wetenskaplikes te verstaan, kyk ons kortliks na hulle bydraes tot wetenskap.

In sport praat ons van rugby- of sokkerspelers se momentum wat hulle laat voortbeweeg. Ons ondersoek hoe momentum en die verandering daarvan wetenskaplik gedefinieer en bereken kan word.

Die verwantskap tussen beweging en die kragte wat dit veroorsaak, word **dinamika** genoem. Ons kyk ook na die verwantskap tussen dinamika en masjiene. In wetenskap beskou ons 'n masjien as 'n toestel wat dit vir ons makliker maak om arbeid te verrig.



## EENHEID 1

massa traagheid ewewig wrywing  
newton krag versnelling tyd

## NEWTON SE BEWEGINGSWETTE

## SLEUTELKONSEPTE

- massa
- traagheid
- kragte
- kragtediagramme
- versnelling
- ewewig
- netto krag
- aksie-reaksiepaar

Na voltooiing van hierdie eenheid behoort jy die volgende te kan doen:

- definieer Newton se drie bewegingswette
- verduidelik wat traagheid is en hoe dit met massa verband hou
- verstaan en definieer die wiskundige en grafiese verwantskap tussen krag, versnelling en massa
- verstaan hoe hierdie verwantskap tussen krag, versnelling en massa tot Newton se Tweede Wet gelei het
- teken 'n kragtediagram en skryf byskrifte by die kragte wat op 'n voorwerp inwerk
- onderskei tussen gebalanseerde en ongebalanseerde kragte
- bereken die netto krag en gebruik dit in Newton se Tweede Wet
- identifiseer aksie-reaksiepare volgens Newton se Derde Wet.

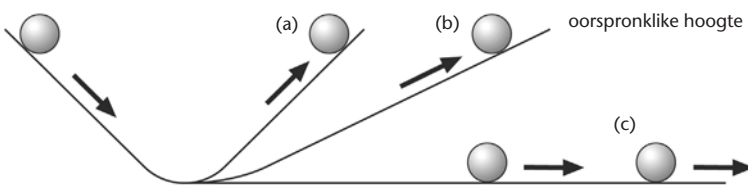
### Newton se Eerste Wet

In die 17<sup>de</sup> eeu het wetenskaplikes die teleskoop uitgevind. Gedurende hierdie tyd het sterrekundiges begin om die beweging van planete in die hemelruim (of sonnestelsel) te bestudeer. Hulle het opgemerk dat die planete vryelik deur die ruimte beweeg, sonder enige krag wat hulle stoot. Galileo het die afleiding gemaak dat dit die natuurlike beweging van voorwerpe was:

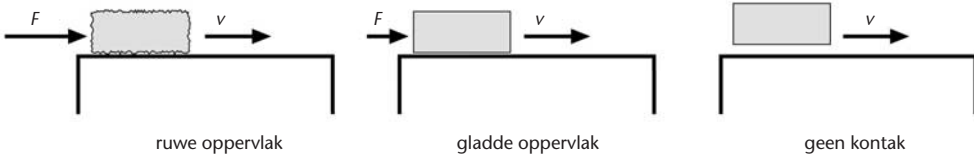
- 'n Voorwerp in rus bly in rus, tensy 'n krag dit aan die beweging sit.
- 'n Bewegende voorwerp sal met 'n konstante spoed in 'n reguit lyn voortbeweeg, tensy 'n krag daarop inwerk.

Galileo het verskeie eksperimente ontwerp om hierdie idees te toets. In een eksperiment rol 'n bal teen 'n geboë helling af, versnel, en loop dan teen die ander kant op. As daar geen wrywing is nie, bereik dit dieselfde hoogte as die hoogte van waar dit begin rol het (a). As die tweede deel van die helling minder steil gemaak word, bereik die bal dieselfde hoogte as voorheen, maar beweeg nou horisontaal

verder (b). Wat gebeur as die helling na 'n horisontale posisie verlaag word? Galileo het voorgestel dat die bal vir ewig sal aanhou rol (c). Om Galileo se idee beter te verstaan, kom ons kyk na nog 'n voorbeeld.



Wanneer jy 'n baksteen met 'n growwe oppervlak met 'n konstante spoed op 'n tafelblad skuif, moet jy 'n sekere hoeveelheid krag uitoefen. Om 'n gladde houtblok met dieselfde massa teen dieselfde spoed oor die tafel te skuif, verg minder krag. As 'n lagie olie op die tafel uitgegooi word, sal die krag wat nodig is om die blok te skuif, baie klein wees. Stel jou voor dat die blok glad nie aan die tafel raak nie. Wanneer dit aan die gang gesit word, behoort die blok oor die tafel te beweeg sonder dat enige verdere krag aangewend word.



Newton het Galileo se resultate gebruik om sy bewegingsteorie in drie wette te formuleer.

Sy eerste wet som Galileo se oorspronklike idees op:

#### Newton se Eerste Wet

'n Voorwerp bly in rus of beweeg voort in 'n reguit lyn met 'n konstante spoed, tensy 'n eksterne netto krag daarop inwerk.

### Traagheid en massa

Die neiging van 'n liggaam om sy toestand van rus of konstante beweging in 'n reguit lyn te handhaaf, word **traagheid** (of inersie) genoem. Kom ons kyk na die volgende voorbeelde:

- Dit is makliker om 'n tennisbal as 'n krieketbal te vang.
- Dit is makliker om 'n stilstaande fiets as 'n stilstaande motor te beweeg.
- Dit is makliker om 'n leë supermarkttrolle te draai as 'n volgelaaide trolle.

Uit hierdie voorbeelde kan ons aflei dat hoe groter die voorwerp se massa, hoe moeiliker is dit om sy beweging te verander.

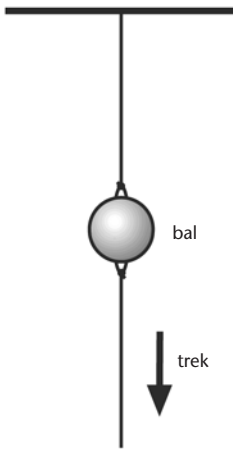
Newton het die term **massa** vir die hoeveelheid materie van 'n voorwerp gebruik. 'n Ander manier om massa te definieer, is om te sê dat dit 'n liggaam se traagheid meet. Hoe meer massa 'n liggaam het, hoe moeiliker is dit om sy bewegingstoestand te verander.

#### HET JY GEWEET?

In Graad 10 het ons geleer dat massa 'n eienskap van 'n liggaam self is. Massa word in gram en kilogram gemeet. Gewig is die gravitasiekrag wat op 'n liggaam inwerk en word in **newton** gemeet.

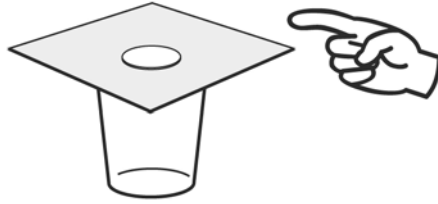
**Voorbeelde: Demonstrasie van Newton se Eerste Wet en traagheid**

Die massa van 'n voorwerp is 'n maatstaf van sy traagheid. Die volgende demonstrasies verduidelik hierdie eienskap van materie.

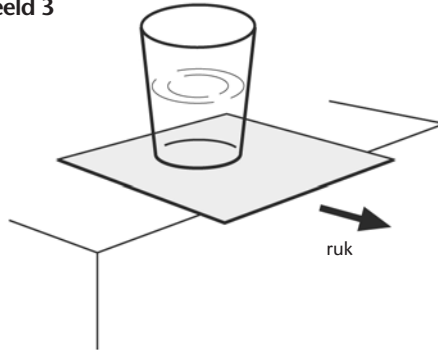
**Voorbeeld 1**

'n Vinnige rukkeweging breek die tou onder. Daar is nie genoeg tyd om die traagheid van die bal te bowe te kom nie, en die trekkrag breek die tou onder.

'n Bestendige, stadige trekkeeweging breek die tou bo. Daar is genoeg tyd om die traagheid van die bal te bowe te kom, en die gewig van die bal tesame met die trekkrag breek die boonste tou.

**Voorbeeld 2**

Wanneer die karton bo-op die glas weggetik word, val die muntstuk in die glas. Die krag wat op die karton aangewend word, word nie vinnig genoeg op die muntstuk oorgedra om dit saam met die karton te laat versnel nie.

**Voorbeeld 3**

Wanneer die papier weggeruk word, beland die glas water op die tafel. Die wrywing tussen die tafel en papier kan nie die traagheid van die glas te bowe kom nie.

Voordat ons die ondersoek na die effek van krag op die beweging van 'n voorwerp kan voortsit, moet ons eers terugverwys na die begrippe wat ons in graad 10 gebruik het om beweging te beskryf. Die hoeveelhede van verplasing ( $s$ ), beginsnelheid ( $u$ ), eindsnelheid ( $v$ ), versnelling ( $a$ ) en tyd ( $t$ ) dra almal by tot die tipe beweging van 'n voorwerp. Hierdie beweging kan beskryf en bereken word deur van woorde, grafieke en vergelykings gebruik te maak. Verplasing-tyd-grafieke stip die tempo van verplasing van 'n voorwerp uit, en snelheid-tyd-grafieke stip die tempo van snelheidsverandering uit. Enige van bogenoemde hoeveelhede kan bereken word deur 'n stel vergelykings, wat ons die bewegingsvergelings noem, te gebruik. Hulle is:

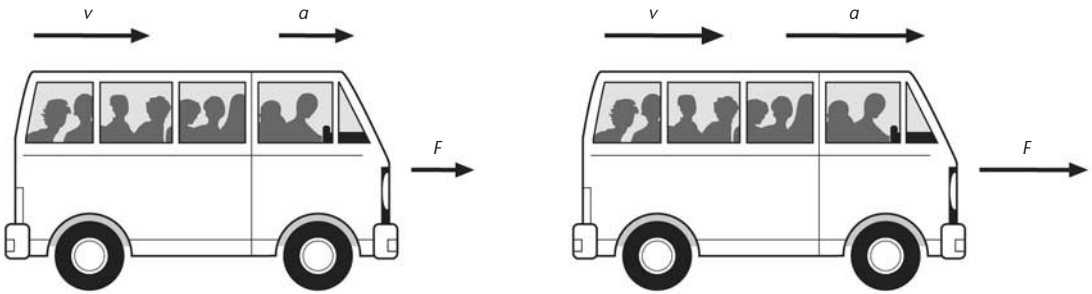
$$v = u + at \quad v^2 = u^2 + 2as \quad s = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad s = \frac{(u + v)t}{2}$$

## Versnelling, krag en massa

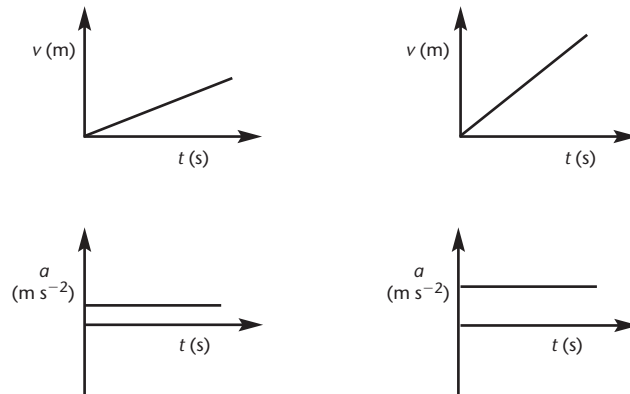
Newton se Eerste Wet beskryf 'n voorwerp in rus of in 'n konstante beweging. Maar wat gebeur as 'n ongebalanseerde eksterne krag op die voorwerp uitgeoefen word? Newton het besef dat die snelheid van die voorwerp sal verander. As die voorwerp 'n toename of afname in snelheid ervaar, sal dit versnelling hê. Om die verwantskap tussen versnelling, krag en massa te verstaan, ondersoek ons die beweging van 'n minibustaxi.

### Verwantskap tussen versnelling en krag

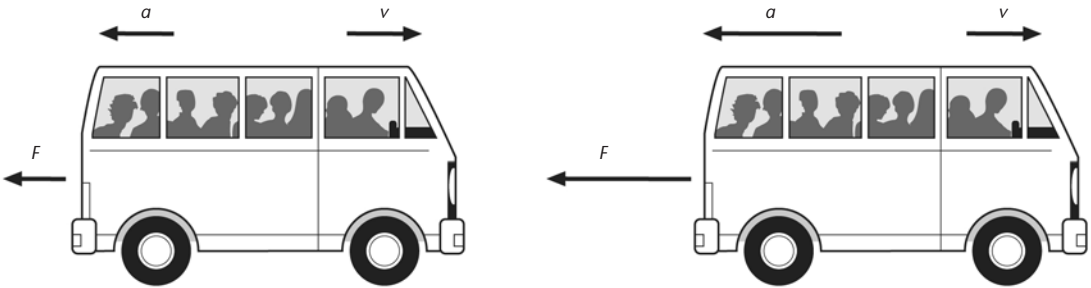
Die bestuurder van 'n minibustaxi wag vir die verkeerslig om oor te slaan. Wanneer die lig groen word, trek die bestuurder weg en beweeg vorentoe. Die krag wat die enjin verskaf veroorsaak dat die minibus versnel. Die pyltjie in die skets toon hoe die krag die minibus vorentoe stoot. As die bestuurder vinniger van die lig af wil wegbeweeg, kan hy harder op die versneller trap. Die krag vorentoe is dan sterker, en die minibus se versnelling sal groter as tevore wees.



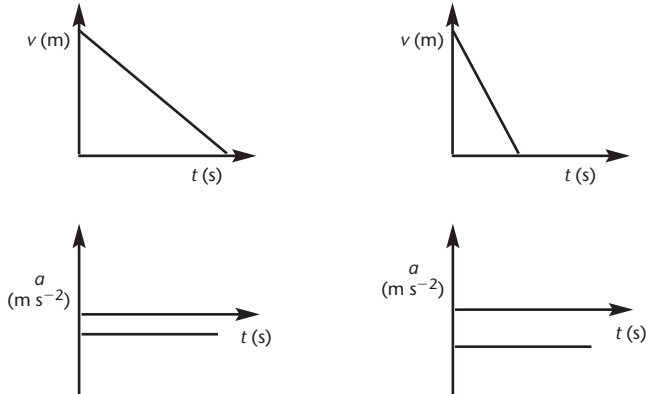
Die grafiese voorstelling van die beweging van die minibus:



Die bestuurder moet by die verkeerslig stop. Hy rem, wat 'n ander krag verskaf om die minibus stadiger te laat beweeg. Hoewel die minibus vorentoe beweeg, word die remkrag agtertoe gerig om die minibus se spoed te verminder. As die bestuurder vinnig wil stop, moet hy 'n sterker krag aanwend deur harder op die rempedaal te trap. Die minibus se vertraging sal dus groter as tevore wees.



Die grafiese voorstelling van die beweging van die minibus:

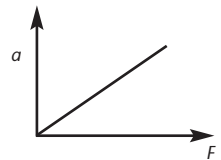


Ons kan nou die volgende uit ons waarnemings van die minibus aflei:

- 'n Krag kan 'n voorwerp laat versnel. Die voorwerp versnel in die rigting waarin die krag aangewend word.
- Hoe sterker die krag wat op 'n voorwerp inwerk, hoe groter is die versnelling van die voorwerp.

Ons sê dat die versnelling  $a$  wat deur krag  $F$  voortgebring word **direk eweredig** is aan die krag. Die wiskundige verwantskap word geskryf in simbole:  $a \propto F$

Ons kan die verwantskap ook grafies voorstel, soos in die diagram regs.



Versnelling word teen krag uitgestip

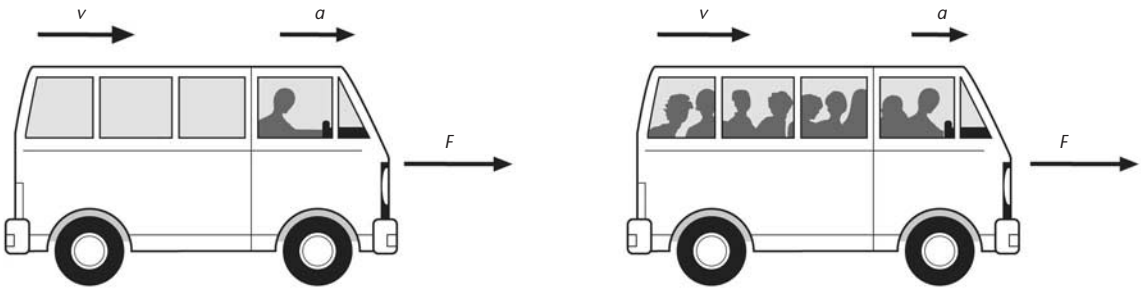
**HET JY GEWEET?**

Omdat versnelling *direk eweredig* aan die krag is wat dit voortbring, sal verdubbeling van die krag twee keer die versnelling voortbring, sal drie keer die krag drie keer die versnelling voortbring, en so meer.

Jy kan meer oor die wiskundige en grafiese voorstellings van die verwantskappe tussen hoeveelhede in die inleiding uitvind.

**Verwantskap tussen versnelling en massa**

Nog 'n faktor wat die versnelling van 'n voorwerp beïnvloed, is sy massa. Die taxibestuurder weet dat wanneer sy taxi vol mense is, hy nie vinnig sal kan versnel wanneer hy by die verkeerslig wegtrek nie. So ook as hy rem trap, sal die taxi se spoed stadiger verminder as wanneer dit leeg is. 'n Goeie bestuurder neem hierdie massaverskille in ag wanneer hy die taxi veilig bestuur en stop.



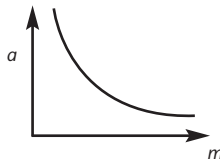
Ons kan die volgende uit ons waarnemings van die minibus aflei:

- Hoe groter die massa van 'n voorwerp, hoe kleiner is sy versnelling as 'n konstante krag aangewend word.

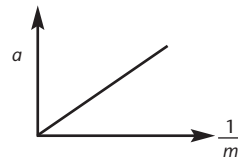
Ons sê dat die versnelling  $a$  van 'n voorwerp wat deur 'n krag  $F$  voortgebring word, **omgekeerd eweredig** is aan die massa  $m$  van die voorwerp.

Die wiskundige verwantskap word geskryf in simbole:  $a \propto 1/m$

Die grafiese voorstelling is:



Versnelling is omgekeerd eweredig aan die massa



Versnelling is direk eweredig aan  $1/m$

## HET JY GEWEET?

Aangesien versnelling *omgekeerd eweredig* aan die massa van 'n voorwerp is, sal verdubbeling van die massa van die voorwerp die versnelling halveer as die krag konstant bly.

## Newton se Tweede Wet

Ons kan nou die verwantskap tussen versnelling en krag met die verwantskap tussen versnelling en massa kombineer:

$$a \propto \frac{F}{m} \text{ of } F \propto ma$$

### Newton se Tweede Wet

Wanneer 'n netto krag op 'n voorwerp uitgeoefen word, veroorsaak dit dat die voorwerp in die rigting van die krag versnel. Hierdie versnelling is direk eweredig aan die krag, en omgekeerd eweredig aan die massa van die voorwerp.

Hierdie eweredigheid is egter nog nie 'n presiese verwantskap nie. Om 'n gelykteken (=) in te voeg, moet die totale numeriese waarde van die SI-eenhede links van die eweredigheid gelyk wees aan die totale numeriese waarde van die SI-eenhede aan die regterkant. Om dit te doen, moet ons 'n eweredigheidskonstante,  $k$  insluit:

$$F = kma$$

As ons  $k$  gelyk stel aan 1, word ons formule:

$$F = ma$$

Ons het nou die grootte van die **kraageenheid (newton)** gedefinieer in terme van die bestaande eenhede, die kilogram, meter en sekonde. Een **newton** is die krag wat 'n massa van een kilogram versnelling van een meter per sekonde kwadraat sal gee:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$$

Die verwantskap tussen die hoeveelhede word deur die formule  $F = ma$  beskryf.

Hoeveelheid	Simbool	Eenheid
Krag	$F$	N (newtons)
Massa	$m$	kg (kilograms)
Versnelling	$a$	$\text{m s}^{-2}$ (meter per sekonde kwadraat)

**Let wel:** Verskillende wetenskaplike bronne gebruik verskillende name vir die krag wat tot versnelling van 'n voorwerp lei – netto krag; ongebalanseerde krag; resultante krag. Almal verwys na presies dieselfde krag.

## HET JY GEWEET?

Die kraageenheid, newton, is na Sir Isaac Newton vernoem, wat 'n groot rol in die ontwikkeling van die wetenskaplike konsep van krag gespeel het. Die newton is een van sewe basiese SI-eenhede. Lees meer oor hierdie eenhede in die inleidingsblad op bladsy vi.



## WERK IN GROEPE



## Aktiwiteit 1: Onderzoek Newton se Tweede Wet

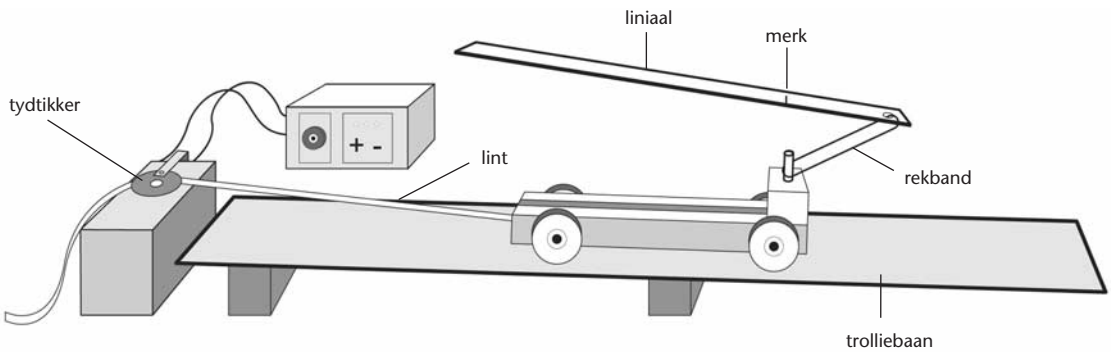
LU1: AS1, AS2, AS3, AS4; LU2: AS1, AS2

**Let wel:** Om twee waardes eksperimenteel te vergelyk, moet al die ander faktore gedurende die eksperiment konstant bly.

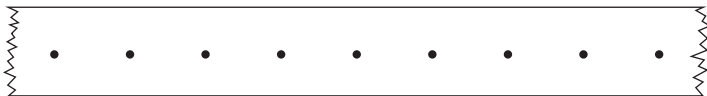
Die trollie-eksperimente word gebruik om die verwantskap tussen die krag wat uitgeoefen word, en die versnelling en massa van 'n voorwerp, te ondersoek. Vra jou onderwyser vir besonderhede oor die prosedure van die eksperiment. Die konsepte van die eksperimente word kortliks hier verduidelik sodat julle die vrae in die aktiwiteit kan beantwoord.

In hierdie aktiwiteit word twee verwantskappe ondersoek:

- die uitwerking van krag op versnelling, en
- die uitwerking van massa op versnelling.



In die eksperimente word 'n krag op 'n trollie aangewend, wat op 'n effens verhewe trolliebaan is. Die trolliebaan word aan die een kant gelig om vir wrywing te vergoed. Wanneer die trollie liggies gestoot word, lyk die tydtikkerlint wat die trollie se verplasing met konstante tussenposes toon soos die lint in die skets.

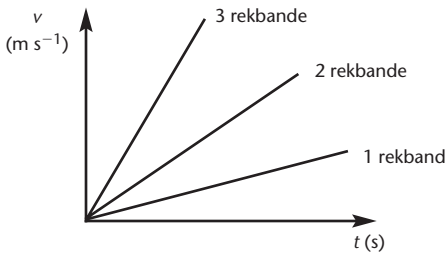


1. Wat sê die spasiëring van die kolletjies op die tydtikkerlint vir julle van die beweging van die trollie?
2. Wat is die waarde van die netto krag op die trollie wat die tydtikkerlint opgelewer het?
3. Teken 'n voorbeeld van 'n tydtikkerlint waar die trollie versnel.

Gespande rekke verskaf die krag wat die trollie laat versnel. Daar word versigtig te werk gegaan om die rekke die *heertyd* dieselfde lengte te span sodat 'n konstante krag aangewend word. Al die rekke word vooraf getoets om te verseker dat almal dieselfde krag verskaf. Tydtikkerlinte van elke lopiese word bymekaargemaak en verwerk. Die resultate word in tabelle en grafieke aangeteken om die verskillende verwantskappe te toon.

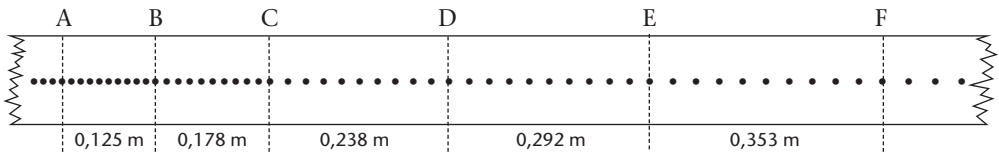
**Ondersoek 1: Bepaling van die verwantskap tussen krag en versnelling by 'n voorwerp met 'n konstante massa**

Die trollie word met een, twee en drie rekke agtereenvolgens versnel. Die resultate word gebruik om snelheid–tyd-grafieke op te stel.



Snelheid word teen tyd uitgestip

4. Watter gevolgtrekkings kan julle uit hierdie grafieke maak?
5. Wat is die wiskundige verwantskap tussen  $v$  en  $t$ ?
6. Teken 'n sketsgrafiek om die verwantskap te toon tussen die netto krag op die trollie en die versnelling wat veroorsaak word.
7. Die volgende tabel gee die eksperimentele waardes vir een krag (een rek).



Gebruik die verplasings hierbo om die volgende tabel in te vul en die versnelling van die trollie te bereken.

	Verplasing $s$ (m)	Tyd tussen 10 kolletjies $\Delta t$ (s)	Gemiddelde snelheid $v = \frac{s}{t}$ (m s <sup>-1</sup> )	Oombliklike snelheid $v$ (m s <sup>-1</sup> )	Verandering in snelheid $\Delta v$ (m s <sup>-1</sup> )	Versnelling $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (m s <sup>-2</sup> )
A na C	(lesing 1 + 2)	0,2	(lesing 1 + 2 ÷ 0,4 = waarde 6)			
B				(waarde 6)		
B na D	(lesing 2 + 3)	0,2	(lesing 2 + 3 ÷ 0,4 = waarde 7)		(waarde 7 – waarde 6 = waarde 10)	(waarde 10 ÷ 0,2)
C				(waarde 7)		
C na E	(lesing 3 + 4)	0,2	(lesing 3 + 4 ÷ 0,4 = waarde 8)		(waarde 8 – waarde 7 = waarde 11)	(waarde 11 ÷ 0,2)
D				(waarde 8)		
D na F	(lesing 4 + 5)	0,2	(lesing 4 + 5 ÷ 0,4 = waarde 9)		(waarde 9 – waarde 8 = waarde 12)	(waarde 12 ÷ 0,2)
E				(waarde 9)		