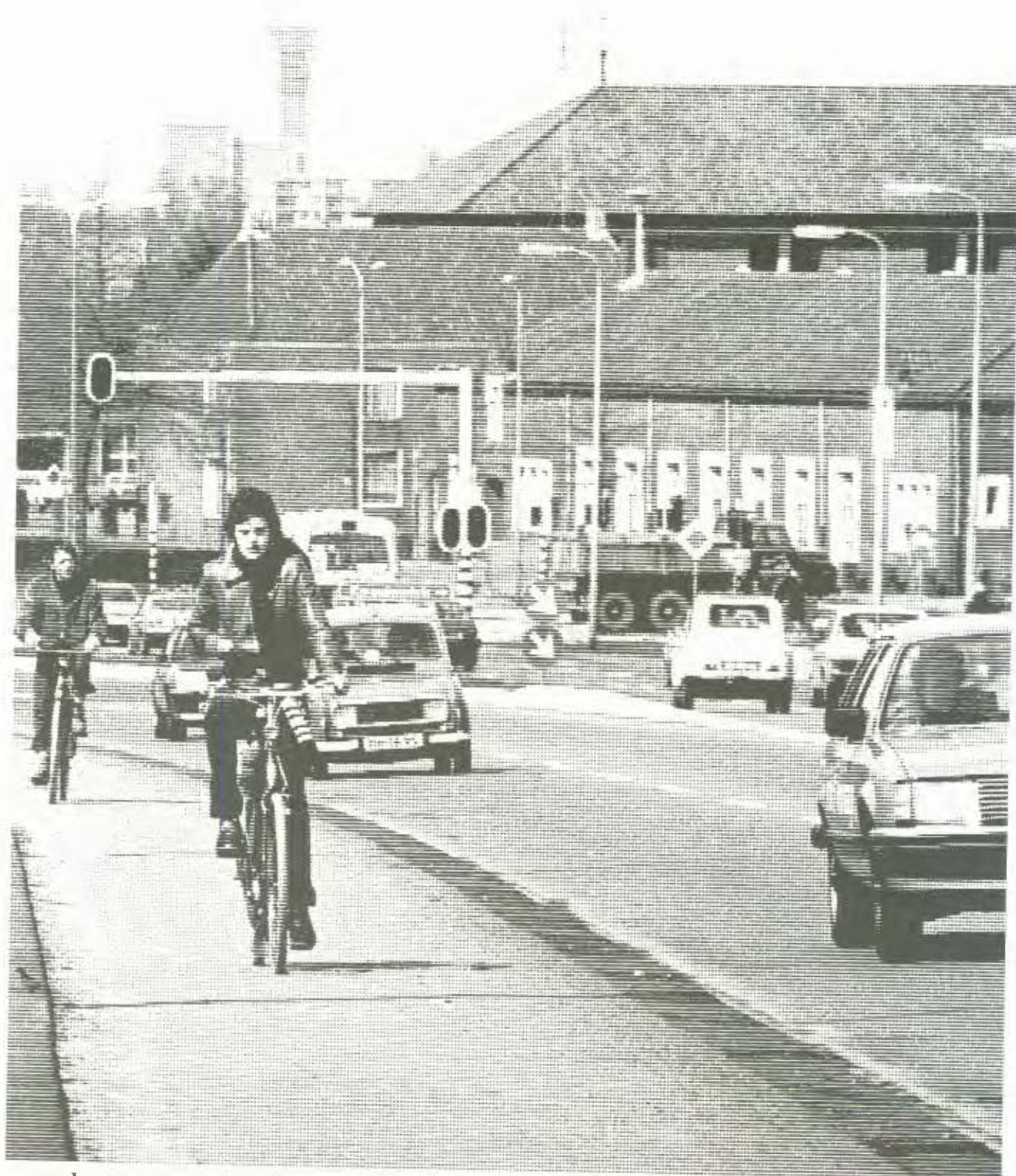


## Blok 2 | Krachten



# Blok 2 Krachten

## Inhoudsopgave basisstof

	bladzijde
P 1. Hoe komt het dat iets verandert?	5
P 2. Hoe meten we krachten?	6
P 3. De relatie tussen kracht en uitrekking	8
T 1. Kracht als oorzaak van verandering	11
T 2. Krachtmeting	11
T 3. De relatie tussen kracht en uitrekking	13
W 1. Kracht als oorzaak van verandering	15
W 2. Krachtmeting	15
W 3. De relatie tussen kracht en uitrekking	16

De volgorde waarin je de paragrafen het beste kunt doorwerken is:  
P 1, T 1, W 1, P 2, T 2, W 2, P 3, T 3, W 3.

## Overzicht differentiële stof

Herhaalstof	bladzijde
H 1. Kracht, gewicht en massa	17
H 2. Relaties tussen grootheden en grafieken van relaties	18
H 1. Antwoordblad	22
H 2. Antwoordblad	23

Hieronder staan de extra stof bladen, die je kunt doen na dit blok.  
Wil je meer weten over de inhoud van deze bladen, lees dan de catalogus voor de extra stof.

### Extra stof bij je eigen lesmateriaal

11. Verder met veren	25
67. Krachten in evenwicht. De hefboom	26
68. Overbrengen van krachten	29

### Extra stof die in de klas aanwezig is

12. Magnetische overbrenging
- In dit blad ga je het overbrengen van krachten bekijken met behulp van magneten. Je kunt dit blad doen, als je extra stof blad 68 hebt gedaan.

49. Het weer. Deel 2.

In dit deel over het weer, leer je hoe je een weerkaartje moet bekijken. Ook ga je verder met je weerregistratie en weersverwachtingen geven.

54. Sterrekunde. Deel 1.

Dit extra stof blad eindigt niet bij blok 2 maar is de eerste van een serie. Tijdens het kijken op een heldere avond naar de sterrenhemel komen er vanzelf allerlei vragen bij je op. Hoe ver zijn de sterren bij ons vandaan, wat zit er achter de sterren, wat is een ster eigenlijk, hoe groot is hij, staan de sterren steeds op dezelfde plaats, en nog veel meer vragen. Deze serie over sterrekunde wil je op weg helpen. Het eerste deel van deze serie heet:

**Kijken naar de zon, de maan en de sterren.**

14. Het bouwen van bruggen en torens.

## Blok 2 Leerdoelen

### Wat moet je kunnen aan het eind van blok 2

	Te vinden in:
1 Je moet weten dat elke verandering in de natuur een oorzaak heeft.	<b>T 1</b>
2 Je moet drie redenen kunnen opnoemen, waaruit blijkt dat het belangrijk is de oorzaken van veranderingen te onderzoeken.	<b>T 1</b>
3 Je moet weten dat krachten gebruikt kunnen worden om voorwerpen te verplaatsen of om hun beweging te veranderen.	<b>P 1, T 1</b>
4 Je moet in een eenvoudig voorbeeld kunnen aangeven welke van de in T 1 genoemde krachten er werken.	<b>T 1, W 1 vraag 1 en 3</b>
5 Je moet weten wat de eenheid van kracht is en welk symbool voor deze eenheid gebruikt wordt.	<b>P 2, T 2</b>
6 Je moet met een krachtmeter een kracht kunnen meten.	<b>P 2</b>
7 Je moet weten hoeveel gram je met 1 newton op aarde kunt dragen.	<b>P 2, T 2</b>
8 Je moet weten dat gewicht een kracht is en dat de eenheid van gewicht dan ook de newton is.	<b>P 2, T 2</b>
9 Je moet weten dat als je een voorwerp naar de maan brengt de massa van dat voorwerp gelijk blijft en het gewicht kleiner wordt.	<b>T 2</b>
10 Als je van een voorwerp de massa weet, moet je van dat voorwerp het gewicht op aarde kunnen berekenen.	<b>W 2</b>
11 Als je van een voorwerp het gewicht op aarde weet, moet je van dat voorwerp de massa kunnen berekenen.	<b>W 2</b>
12 Je moet weten wat elastische uitrekking is.	<b>T 3</b>
13 Je moet van je meetresultaten een grafiek kunnen maken op een stuk roosterpapier.	<b>P 3</b>
14 Je moet de vorm van de grafiek kunnen herkennen, die de relatie tussen kracht en uitrekking bij een veer weergeeft.	<b>P 3</b>
15 Je moet de wet van Hooke kennen.	<b>T 3</b>
16 Je moet weten wat een veerconstante aangeeft.	<b>T 3</b>





## Blok 2 Praktikum

### P1 Hoe komt het dat iets verandert?

In blok 1 hebben we een aantal veranderingen van voorwerpen en stoffen onderzocht. We gaan dit onderzoek voortzetten, maar we richten ons nu speciaal op de **oorzaken** van de veranderingen. We zullen ons dus steeds afvragen: „Hoe komt het dat iets verandert?” Iedere verandering heeft natuurlijk zijn eigen oorzaak. Maar dikwijls kun je een aantal oorzaken met hetzelfde woord aanduiden. Zo zijn „op de kachel zetten”, „een vlam er onderhouden” en „in de oven plaatsen” overeenkomstige oorzaken. Je kunt ze allemaal aanduiden met het woord verwarmen. Probeer steeds op deze manier overeenkomstige oorzaken met één woord aan te geven.

1

Welke zijn de oorzaken van de veranderingen die we in blok 1 onderzochten?

verandering	oorzaak
volumeverandering ('s Gravesande)	
vormverandering (elastiek)	
kleurverandering (lakmoespapiertje)	
faseverandering (smelten)	

Tot nog toe hebben we steeds gekeken naar veranderingen van eigenschappen. Ook de situatie waarin een voorwerp verkeert, kan veranderen. Bijvoorbeeld een bewegend voorwerp verandert van **plaats**. Hierbij kan zelfs zijn **snelheid** veranderen.



dit is volgens mij de oorzaak van de verandering....

2

Door welke oorzaken komt een voorwerp in beweging?

- Een auto staat stil. Hoe krijg je hem van zijn plaats?  
.....
- Leg een kwartje op tafel. Probeer het op een aantal manieren van zijn plaats te krijgen. Welke manieren heb je gebruikt?  
.....
- Wrijf met een balpen of een kam over je trui of over een wollen lap. Houd de pen of de kam daarna in de buurt van een paar papiersnippers. Wat neem je waar?  
.....
- Houd een blokje hout onder water en laat het vervolgens los. Wat neem je waar?  
.....
- Rek een elastiekje of een veer uit en laat één uiteinde los. Wat neem je waar?  
.....
- Leg een paperclip op tafel. Beweeg een magneet onder de tafel. Wat neem je waar?  
.....

Schrijf van alle proeven a tot en met f op door welke oorzaak het voorwerp in beweging komt.

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....



een auto van zijn plaats krijgen?...

Al deze oorzaken zijn overeenkomstig. Met welk woord kun je de oorzaken omschrijven?

### 3 Door welke oorzaken verandert de beweging van een voorwerp?

Men kan drie manieren onderscheiden waarop een beweging kan veranderen: **versnellen**, **vertragen** en **van richting veranderen**.

a. Laat een gummetje vallen. Beweegt het steeds even snel?

Hoe zou je dat kunnen nagaan?

b. Laat een stukje papier vallen. Verandert de beweging evenveel als bij het gummetje? Wat is hiervan de oorzaak?

c. Laat een knikker over de vloer rollen.

Hoe verandert de beweging?

d. Laat een stalen kogel over een tafel rollen en probeer de beweging te veranderen met een magneet onder de tafel. Wat neem je waar?

e. Wrijf met een balpen of kam over een wollen lap. Houd de pen of de kam daarna bij een dun waterstraaltje. Wat neem je waar?

f. Laat een voorwerp dansen aan een veer of elastiekje. Hoe verandert de beweging?

Schrijf van bovenstaande proeven de oorzaak van de bewegingsverandering op.

- a. ....
- b. ....
- c. ....
- d. ....
- e. ....
- f. ....

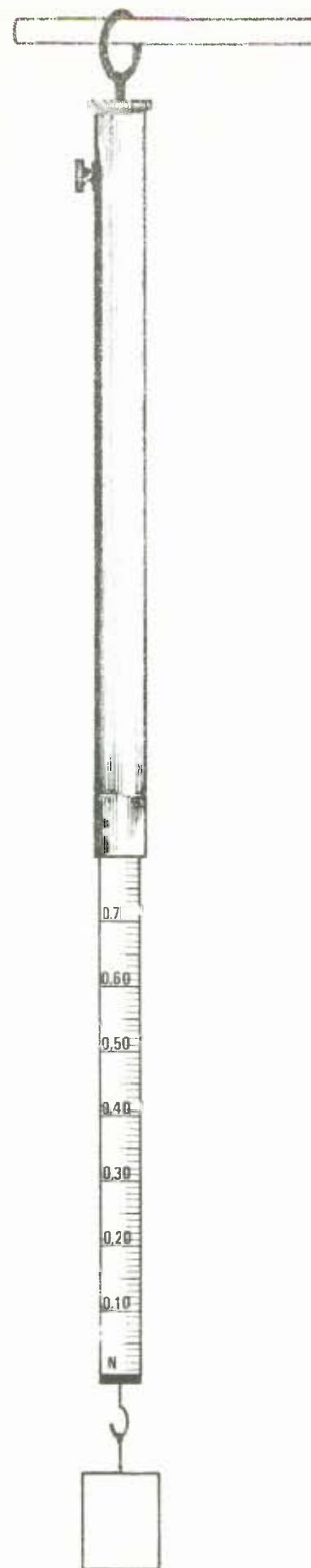
Deze oorzaken zijn weer overeenkomstig. Een beweging kun je veranderen door een .....

#### Konklusies uit proef 2 en 3.

- 1. Een voorwerp komt in beweging door .....
- 2. De beweging van een voorwerp verandert door .....

## P 2 Hoe meten we krachten

Met een veer kunnen we een instrument maken om kracht te meten. Zo'n instrument noemen we een **krachtmeter**. Hoe deze meter werkt, ga je onderzoeken in P 3. De eenheid waarin we krachten uitdrukken heet de **newton**. Het symbool van deze eenheid is N.



Krachtmeter (1 N)

# 1

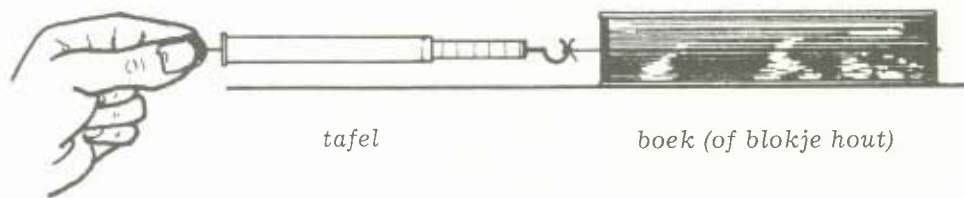
## Hoe „sterk” is 1 newton?

- a. Voel eens wat 1 N is door de krachtmeter uit te rekken tot hij 1 N aanwijst. Moet je erg sterk zijn om een kracht van 1 N te kunnen uitoefenen? .....
- Kun je het met je pink? .....
- Kun jij een kracht van 10 N uitoefenen? .....
- En één van 100 N? .....
- b. Hoe sterk je bent kun je nagaan door te proberen hoeveel kilogram je kunt dragen. Hoe „sterk” 1 newton is kun je meten door te kijken hoeveel gram je met 1 N kunt dragen.
- Hang de krachtmeter aan een statief. Aan de krachtmeter moet je nu voorwerpjes hangen waarop staat hoeveel gram ze zijn.
- Vul de gegevens in in de tabel hiernaast.

aantal gram dat aan de krachtmeter hangt	wat de krachtmeter aanwijst
10 g	..... N
50 g	..... N
100 g	..... N
..... g	..... N
..... g	..... N

Konklusie: met een kracht van 1 newton kun je ..... gram dragen.

- c. Om de newton goed in de vingers te krijgen kun je nu allerlei krachten eerst schatten en daarna meten met de krachtmeter.
- Trek aan een elastiekje zodat het 1 cm uitrekt.
- Schat hoeveel newton je hiervoor nodig hebt: ..... N.
- Meet daarna hoeveel newton je nodig hebt: ..... N.
- Schuif een boek over tafel.
- Schat hoeveel newton je hiervoor nodig hebt: ..... N.
- Meet daarna hoeveel newton je nodig hebt: ..... N.



- Houd een stuk ijzer tegen een magneet en probeer om het los te trekken van de magneet.
- Schat hoeveel newton je hiervoor nodig hebt: ..... N.
- Meet daarna hoeveel newton je nodig hebt: ..... N.

# 2

## Gewicht van een voorwerp.

In proef 1 b heb je een aantal voorwerpjes aan de krachtmeter gehangen. Als een voorwerp met een massa van 100 g stil hangt aan een krachtmeter is de uitslag 1 N. Dus deze massa trekt met een kracht van 1 N aan de krachtmeter.

**De kracht waarmee het voorwerp aan de krachtmeter trekt, noemen we het gewicht van het voorwerp.**

- a. Het gewicht van een massa van 100 gram is dus ..... N.
- b. 200 gram trekt met een kracht van ..... N aan de krachtmeter.
- Het gewicht van een massa van 200 gram is dus ..... N.
- c. Een voorwerp trekt aan de krachtmeter, omdat de aarde het voorwerp aantrekt. De kracht waarmee de aarde aan voorwerpen trekt, noemen we de .....

In de volgende twee proeven ga je bekijken of voorwerpen op aarde altijd hetzelfde gewicht hebben.

- d. Hang een voorwerp van 50 g aan een krachtmeter.
- Laat het voorwerp op en neer bewegen.
- Blijft de uitslag van de krachtmeter steeds gelijk? .....
- Wat kun je dus zeggen over het gewicht van dat voorwerp? .....
- e. Hang een voorwerp aan een krachtmeter. Twee leerlingen vormen met een handdoek een vangzeil. Laat de krachtmeter van ongeveer 1 meter hoogte los boven het vangzeil.
- Hoe groot is het gewicht van het voorwerp tijdens de val? .....
- Het gewicht is ..... N.



Vangzeil

# P 3 De relatie tussen kracht en uitrekking

## 1 Uitrekking van een stalen veer.

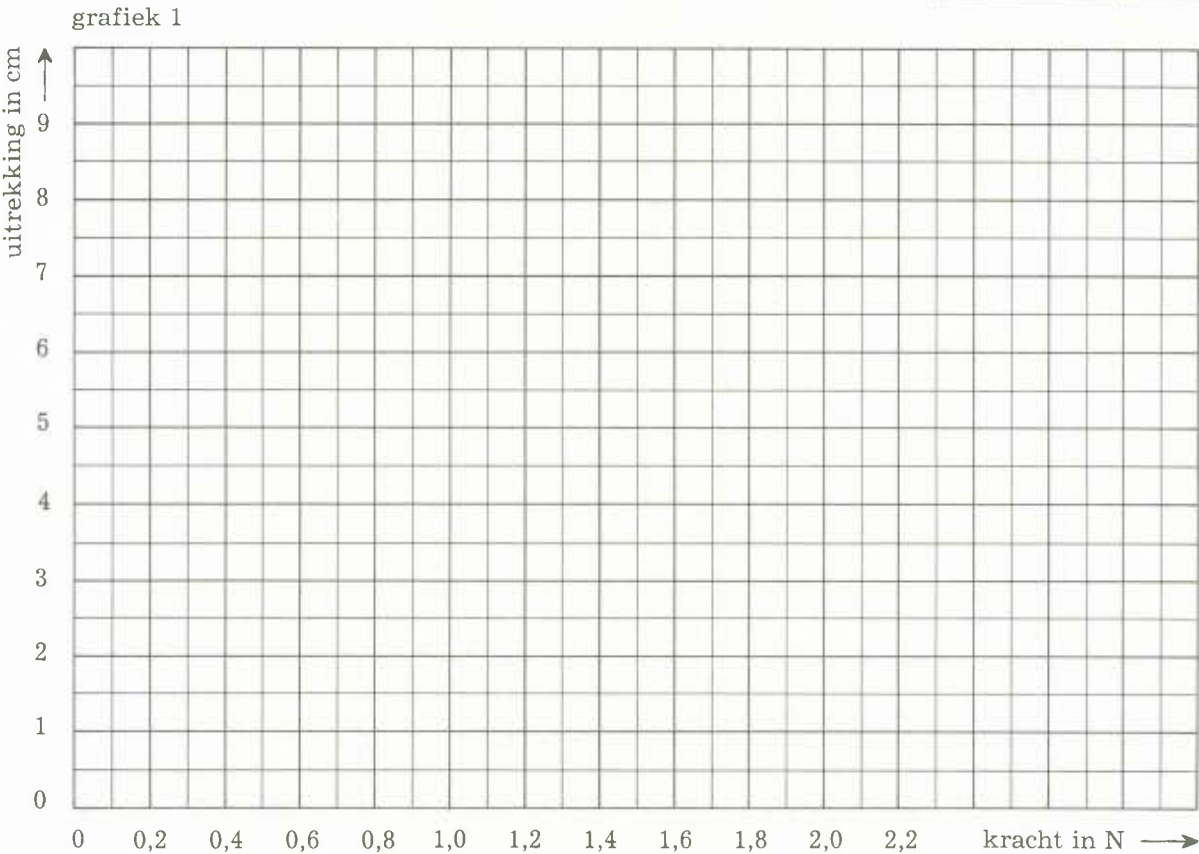
Tot nu toe heb je steeds gebruik gemaakt van een krachtmeter om krachten te meten. Je zult wel gemerkt hebben dat in zo'n krachtmeter een veer zit. Om nu te weten te komen hoe de krachtmeter werkt, ga je in deze proef verschillende krachten uitoefenen op een stalen veer.

Hang de stalen veer aan een statief en meet op dezelfde manier als bij de krachtmeter de uitrekking bij verschillende krachten. De grootte van de kracht kun je bepalen uit de massa van het voorwerp. Een massa van 100 g veroorzaakt een kracht van 1 N. Noteer je meetresultaten in de tabel hiernaast.

Bij elke kracht hoort een uitrekking.  
Geef op het roosterpapier hieronder met een kruisje aan welke uitrekking er hoort bij welke kracht.

Tabel 1

Kracht in N	Uitrekking in cm



Als je de proef goed hebt uitgevoerd, liggen de kruisjes op één rechte lijn.  
Als de proef niet zo goed is verlopen, liggen niet alle kruisjes op één lijn.  
**Opdracht:** Probeer zo goed mogelijk een rechte lijn te tekenen door de kruisjes heen.

De lijn die je nu hebt getekend, noemen we een **grafiek**.  
**Je hebt een grafiek gemaakt van de relatie tussen kracht en uitrekking van een veer.**

De uitrekking bij een kracht van 1 N is ..... cm.  
De uitrekking bij een kracht van 2 N is ..... cm.  
Zou je deze stalen veer nu als krachtmeter kunnen gebruiken? .....  
Zo ja, hoe dan? .....



2

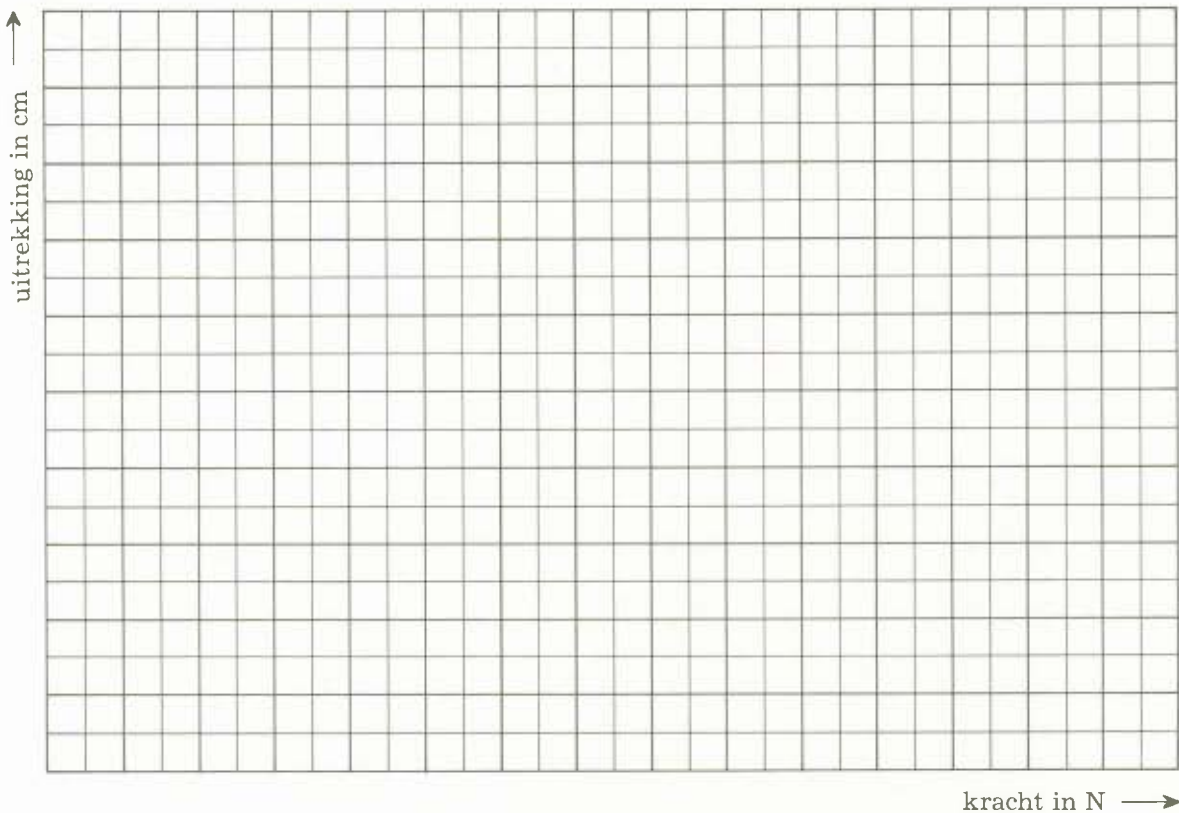
### Uitrekking van een andere stalen veer

Je gaat dezelfde proef doen als in 1. Alleen is de veer nu anders. Je gaat onderzoeken of de relatie tussen de kracht en de uitrekking van de veer dan ook anders is. Herhaal proef 1 voor deze veer. Schrijf je meetresultaten weer eerst in de tabel en maak er daarna een grafiek van op het roosterpapier hieronder.  
Doe dit op dezelfde manier als bij 1

tabel 2

Kracht in N	Uitrekking in cm

grafiek 2.



De uitrekking bij een kracht van 1 N is ..... cm.

De uitrekking bij een kracht van 2 N is ..... cm.

Wat valt je op aan deze resultaten? .....

Vergelijk de uitrekking bij 1 N en 2 N uit de proeven 1 en 2 eens met elkaar. Welke veer is stugger?

De veer uit proef ..... , omdat .....

tabel 3

Kracht in N	Uitrekking in cm

3

### Uitrekking van een stuk elastiek

In deze proef hang je de voorwerpen niet aan een stalen veer, maar aan een stuk elastiek.

Zet je gegevens in de tabel hiernaast. Geef op het roosterpapier van proef 2 (met een andere kleur) je meetresultaten met een kruisje aan.

Kun je deze kruisjes ook met elkaar verbinden door één rechte lijn?

Probeer de kruisjes zo goed mogelijk met elkaar te verbinden door een kromme lijn. Ook dit is een **grafiek**.

Wat is het grote verschil tussen de resultaten van proef 2 en 3?

Het grote verschil is .....

De uitrekking van het elastiek bij een kracht van 1 N is ..... cm.

De uitrekking van het elastiek bij een kracht van 2 N is ..... cm.

Wat valt je op aan deze resultaten? .....

Is de relatie tussen de kracht en de uitrekking van het elastiek te vergelijken met de relatie bij de veren? .....

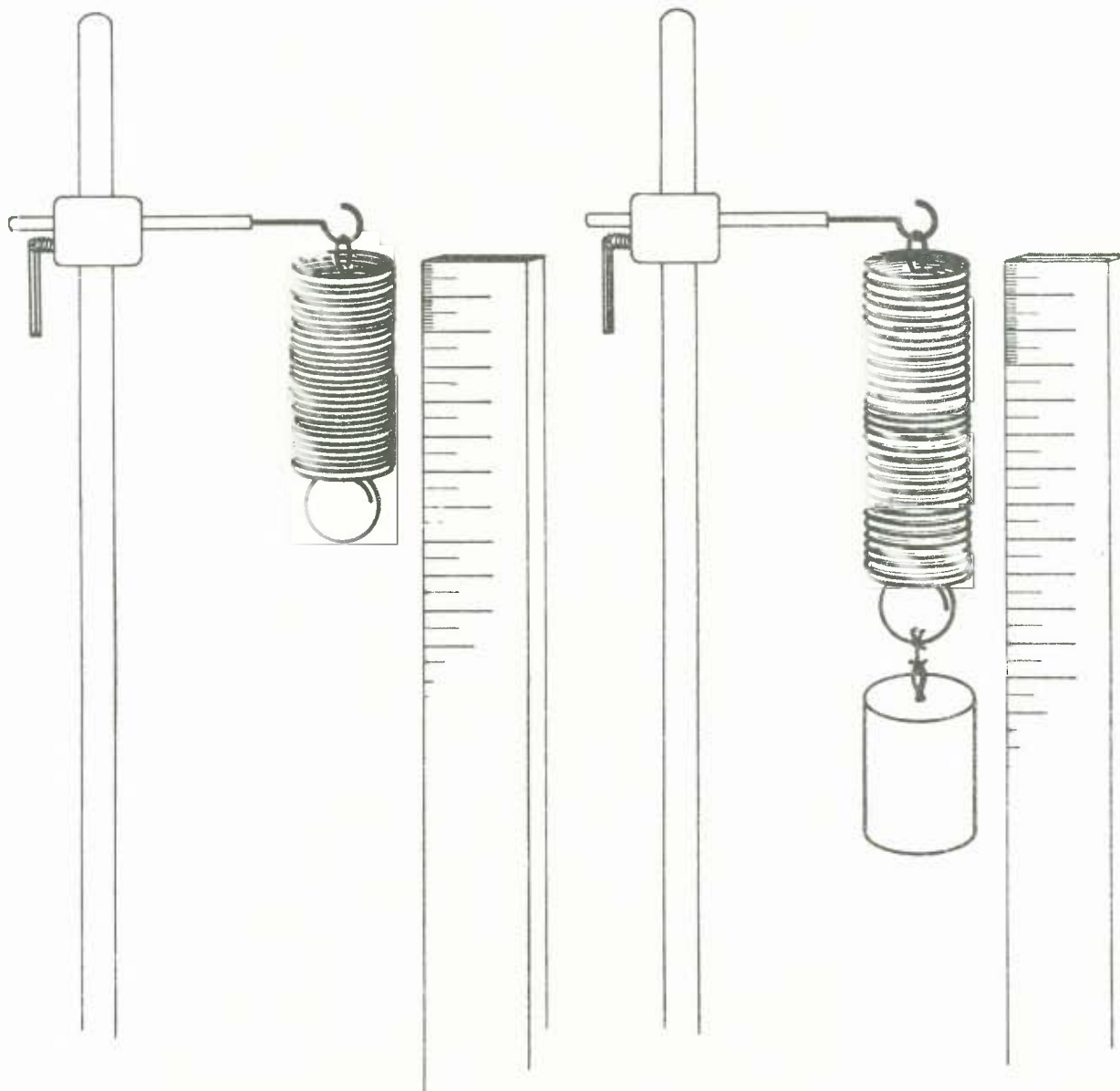
Het verschil is .....

Waarom is het dus handiger om een veer als krachtmeter te gebruiken? .....

.....

.....

*Een veer als krachtmeter*



## T 1 Kracht als oorzaak van verandering

1

### Waardoor verandert iets?

Alles om ons heen verandert. Maar toch: „er is niets nieuws onder zon”. Er zit wel degelijk regelmaat in de natuurverschijnselen. Men spreekt van „natuurwetten”, omdat in de natuur niet zomaar iets gebeurt. Elke verandering in de natuur heeft een oorzaak en we gaan er van uit dat een zelfde oorzaak steeds een zelfde gevolg heeft, tenminste onder dezelfde omstandigheden. We verwachten geen donderslag bij heldere hemel.

Het is belangrijk om de oorzaken van veranderingen te onderzoeken, want dan kunnen we:

1. Voorspellingen doen. Denk maar eens aan uitzetting als een voorwerp wordt verhit of het voorspellen van zonsverduisteringen.
2. Veranderingen laten gebeuren zoals wij dat willen. In de landbouw bijvoorbeeld is het van belang te weten wat planten nodig hebben om goed te groeien.
3. Er voor zorgen dat iets niet gebeurt. Bijvoorbeeld als het gaat om de veiligheid in het verkeer en bij het werken met gevaarlijke stoffen.

2

### Wat voor krachten zijn de oorzaak?

Vele veranderingen zijn het gevolg van een **kracht** die op een voorwerp werkt. Laten we het volgende voorbeeld bekijken.

Jij bent het voorwerp en je wilt gaan lopen. Je moet dan je spieren gebruiken, je voeten zetten zich om de beurt af tegen de grond en daar ga je. Je moet daarbij je evenwicht bewaren anders val je en dat kan hard aankomen. Immers de grond geeft niet zoveel mee, tenzij je op schuimrubber loopt.

In dit voorbeeld spelen verschillende soorten krachten een rol:

**spierkracht**, **wrijvingskracht** (die nodig is bij het afzetten), **zwaartekracht** (oftewel de aantrekkende kracht die de aarde op jou uitoefent) en **veerkracht** waarvan je gebruik maakt als je zacht wil vallen.

We kunnen dit rijtje nog aanvullen met de soorten krachten als oorzaken van veranderingen die we in P 1 vonden: **windkracht**, **magnetische kracht**, **elektrische kracht**, **opwaartse kracht**.

In het praktikum zagen we dat krachten gebruikt kunnen worden om:

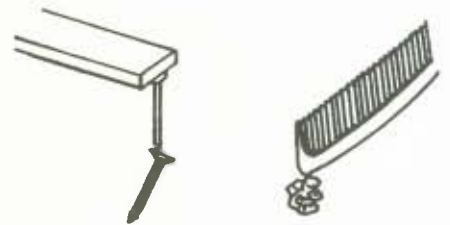
1. voorwerpen in beweging te zetten
2. de beweging van voorwerpen te veranderen.

Als er geen kracht werkt, komt een voorwerp niet in beweging of verandert de beweging van een voorwerp niet.

voorspellen



ik zie . . . ik zie . . .



## T 2 Krachtmeting

1

### De eenheid van kracht.

Bij het woord krachtmeting denken we vaak aan een sportieve gebeurtenis: kijken wie de sterkste is. Voorbeelden zijn touwtrekken, gewichtsheffen en kogelstoten.

Als we het in de natuurkunde over „meten” hebben, bedoelen we niet alleen onderling vergelijken. In blok 1 hebben we gezien dat we bij meten vergelijken met een standaardmaat, de eenheid. Als we krachten willen meten moeten we eerst afspreken welke eenheid we gebruiken.

De eenheid van kracht heet newton (N).

1 newton = de kracht die nodig is om 100 gram te dragen op aarde.

Je kunt het ook anders onthouden:

Een voorwerp van 100 g wordt door de aarde aangetrokken met een zwaartekracht van 1 N.

Omdat de zwaartekracht niet overal even groot is, heeft een voorwerp van 100 g ook niet overal een gewicht van 1 N.

## 2

### Gewicht en massa

Als we een voorwerp aan een krachtmeter hangen, krijgt de krachtmeter een uitslag.

De kracht die we dan meten, noemen we het **gewicht** van het voorwerp. Het voorwerp geeft de krachtmeter een uitslag, omdat de **zwaartekracht** aan het voorwerp trekt.

De zwaartekracht is niet overal hetzelfde.

Zo is op de maan de zwaartekracht zes maal zo klein als de zwaartekracht van de aarde. Het gewicht van een voorwerp op de maan is dan ook zes maal zo klein als het gewicht van datzelfde voorwerp op aarde.

Het gewicht van een voorwerp is dus **niet** overal hetzelfde.

De massa van een voorwerp is **wel** overal hetzelfde.

De massa zegt iets over het voorwerp zelf. Het is een eigenschap van het voorwerp, die niet te veranderen is.

**Voorbeeld:** (zie ook tekeningen)

Een ruimtevaarder met een massa van 60 kg heeft op aarde een gewicht van 600 N.

Als hij naar de maan gaat, verandert zijn massa niet.

Maar zijn gewicht op de maan wordt zesmaal zo klein, dus 100 N.

## 3

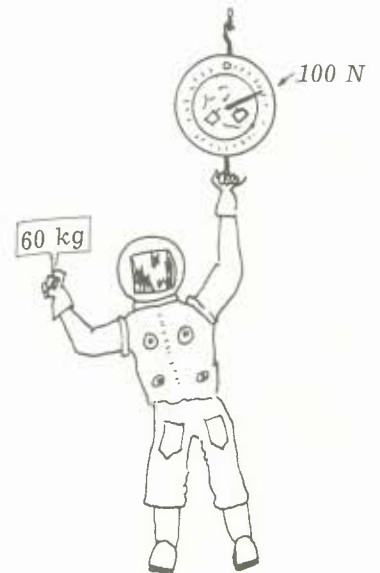
### Het meten van een kracht

Een krachtmeter is eigenlijk een geijkte veer, dat wil zeggen een veer met een standaardschaalverdeling. Als we er aan trekken geeft de wijzer aan hoeveel newton de kracht is waarmee we trekken. Voor grote krachten, bijvoorbeeld spierkracht, hebben we een andere krachtmeter nodig dan voor kleine krachten, bijvoorbeeld de elektrische kracht tussen een gewreven balpen en een papiersnipper. In het eerste geval moet de veer veel stugger zijn.

Hieronder vind je een aantal situaties, waarin verschillende krachten voorkomen.



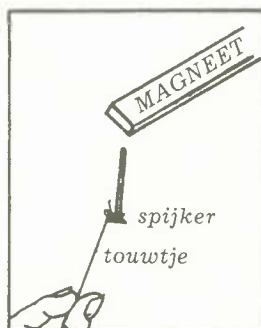
op aarde



op de maan



elektrische kracht  
en zwaartekracht



magnetische kracht,  
spankracht in touw  
en zwaartekracht



elektrische kracht,  
zwaartekracht en  
wrijvingskracht



elektrische kracht  
en spankracht  
van de haren



veerkracht en  
zwaartekracht



# T 3 De relatie tussen kracht en uitrekking

1

## Kracht en uitrekking bij een veer en een elastiek.

Tijdens het praktikum hebben we gezien, dat we in een krachtmeter een stalen veer gebruiken om een kracht te meten. Zo'n stalen veer geeft bij een bepaalde kracht steeds een vaste uitrekking. Ook een elastiek geeft bij een bepaalde kracht een vaste uitrekking. Toch zouden we de veer in een krachtmeter niet door een elastiek kunnen vervangen. De schaalverdeling is dan niet meer kloppend te maken. Bij een elastiek zou namelijk de afstand tussen de streepjes op de schaal steeds moeten veranderen. Bij een stalen veer is de afstand tussen de streepjes op de schaal steeds gelijk.

We moeten daarbij wel oppassen want bij de ene veer stelt de afstand tussen de streepjes 0,1 N voor, terwijl dat voor een andere veer 0,2 N moet zijn.

## We moeten van de veer weten hoeveel kracht nodig is voor 1 cm uitrekking.

## Als we dat weten, kunnen we voorspellen welke uitrekking we krijgen bij een andere kracht.

Bij een elastiek moeten we daartoe eerst alle uitrekkingen en bijbehorende krachten hebben gemeten. Zowel bij de veer als bij het elastiek is er een relatie tussen uitrekking en kracht. Dat wil zeggen: bij elke kracht hoort een bepaalde uitrekking.

Deze relatie is bij de veer anders dan bij het elastiek.

2

## Regelmatische uitrekking.

Wat bij een veer het meeste opvalt zijn de regelmatige uitrekking en de rechte lijn die we daardoor als grafiek krijgen. We kunnen aan de meetwaarden en aan de grafiek zien, dat wanneer de kracht 2x zo groot wordt, de uitrekking ook 2x zo groot wordt. We zouden hetzelfde kunnen zeggen voor 3x, 4x, 5x zo groot.

We kunnen ook zeggen „zo klein” in plaats van „zo groot”.

## In de natuurkunde noemen we dit soort uitrekking: **regelmatige uitrekking** of ook wel elastische uitrekking.

Robert Hooke, een Engels natuurkundige, heeft dit voor stalen veren ontdekt. De relatie heet bij een veer dan ook nog steeds de **wet van Hooke**. De wet van Hooke luidt

## Als de kracht (F) die aan de veer trekt n x zo groot wordt, dan zal de uitrekking (u) ook n x zo groot worden.

(n is een positief getal)

Voor kracht gebruiken we de letter F. (Dat is de F van het Engelse force = kracht). Voor uitrekking gebruiken we de letter u.

Hiernaast zie je nogmaals de grafieken getekend van een relatie tussen de kracht en de uitrekking bij een veer en bij elastiek.

De uitrekking bij de veer is regelmatig want in de grafiek kun je controleren, dat als je F 2 x zo groot maak, ook u 2 x zo groot wordt.

De uitrekking bij het elastiek is **niet** regelmatig. Controleer dit zelf in de grafiek hiernaast.

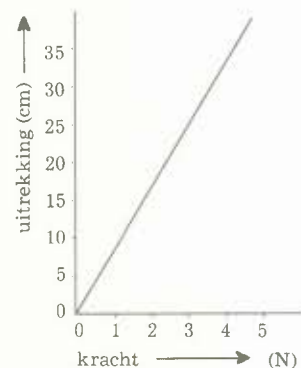
3

## De veerconstante.

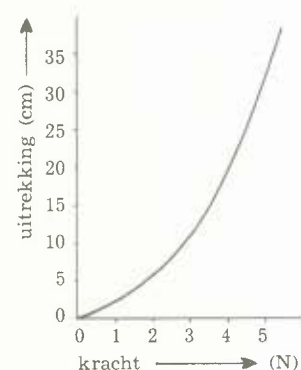
In P 3 hebben we gezien dat de ene veer stugger of slapper is dan de andere veer. Om aan te geven hoe stug een veer is, maken we gebruik van de **veerconstante**.

De veerconstante van een veer geeft aan hoeveel newton we nodig hebben om een veer 1 cm uit te rekken.

Bij een stugge veer heb je meer newton nodig om de veer 1 cm uit te trekken, dan bij een slappe veer.



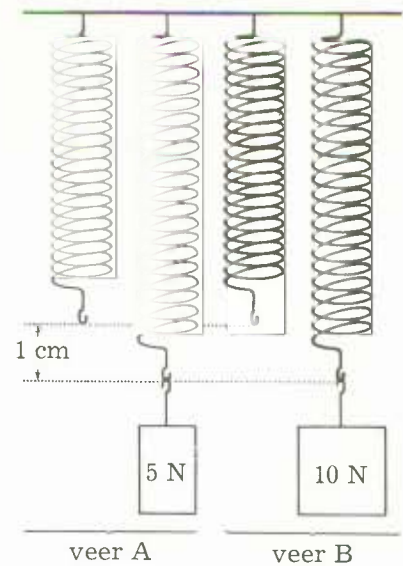
VEER



ELASTIEK

### Voorbeelden

In de tekening hiernaast zie je twee veren A en B. Om veer A 1 cm te rekken heb je 5 N nodig. De veerconstante van veer A is 5 N per cm. Om veer B 1 cm uit te rekken heb je 10 N nodig. De veerconstante van veer B is 10 N per cm. Veer B is stugger dan veer A.



### Rekenvoorbeeld 1

Je weet van een veer dat hij 10 cm uitrekt als de kracht 15 N is.

Je kunt dan de veerconstante van de veer bepalen!

Je moet berekenen hoeveel kracht er nodig is om de veer 1 cm uit te rekken.

Je weet    15 N        10 cm uitrekking  
              ? N        1 cm uitrekking

De uitrekking wordt 10 x zo klein dus moet ook de kracht 10 x zo klein worden.

De kracht is dus 1,5 N.

De veerconstante is 1,5 N per cm.

### Rekenvoorbeeld 2

Je hebt een veer met een veerconstante van 3 N per cm.

vraag:

Hoeveel kracht is er nodig om de veer 15 cm uit te rekken?

antwoord:

Uit de gegeven veerconstante weet je: om de veer 1 cm uit te rekken heb je 3 N nodig. Om de veer 15 cm uit te rekken heb je  $15 \times 3 = 45$  N nodig.

## Blok 2 Werkblad

### W 1 Kracht als oorzaak van verandering

1

Je bent in een zwembad. Je duikt met een mooie boog vanaf de hoogste plank en je zwemt naar de kant. Noem de krachten die dan aan het werk zijn. (Op dezelfde manier als bij het voorbeeld van de wandelaar in T 1.)

2

- Waaruit blijkt dat zwaartekracht een ander soort kracht is dan magnetische kracht?
- Waaruit blijkt dat elektrische kracht een ander soort kracht is dan magnetische kracht?
- Welke soorten aantrekkingskrachten zijn er?
- Zijn er ook afstotingskrachten?

3

- Je fietst met een konstante snelheid, dat wil zeggen rechtdoor en zonder te versnellen of te vertragen. Waarom moet je toch je spierkracht laten werken?
- Waarom moet je een grotere spierkracht laten werken als je een helling op fietst?
- En waarom als je tegenwind hebt?



.....rechtdoor en zonder te versnellen of te vertragen..... waar is die kerel die zulke idiote opdrachten geeft, dan ik hem eens....



### W 2 Krachtmeting

1

Een groenteman legt voor een klant een hoeveelheid aardappelen op een balans. Na ze te hebben ingepakt, geeft hij de aardappelen aan de klant en zegt daarbij: het gewicht van de aardappelen is 5 kg.

- Wat heeft de groenteman gemeten, het gewicht of de massa van de aardappelen?
- Wat had de groenteman moeten zeggen?

2

Waarom moet je „op aarde” erbij zeggen in de zin: „op de aarde is de zwaartekracht op een voorwerp van 1 kg gelijk aan 10 N”?

Als jullie thuis een personenweegschaal hebben, kan je daarmee je gewicht meten.

Ga op de weegschaal staan en lees je gewicht af.

- Wat is je massa?
- Wat is je gewicht?
- Verandert je gewicht als je op één been staat?
- En als je op je hurken zit?
- Als je op je hurken zit en je gaat ineens staan, wat zie je dan?

3

De volgende vragen moeten beantwoord worden voor situaties op aarde.

- Wat is het gewicht van een massa van 50 kg?
- Wat is het gewicht van een massa van 2 kg?
- Een voorwerp heeft een gewicht van 500 N. Wat is de massa?
- Een voorwerp heeft een gewicht van 0,1 N. Wat is de massa?
- De zwaartekracht trekt een voorwerp met 50 N naar beneden. Hoe groot is het gewicht en de massa van het voorwerp?
- Een voorwerp hangt vrij in de lucht aan een krachtmeter. De meter staat op 6,3 N. Wat is de massa van het voorwerp?

## W 3 De relatie tussen kracht en uitrekking

1

Wat betekent het als er een relatie bestaat tussen de kracht en de uitrekking van een veer?

2

Aan een veer wordt een voorwerp gehangen met een gewicht van 6 N. De veer rekt daardoor 2 cm uit.

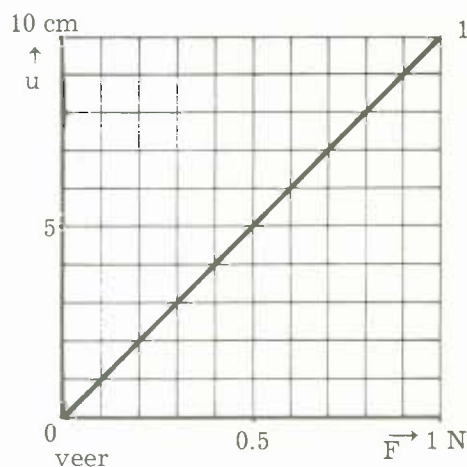
- Hoe groot is de kracht, die trekt aan de veer?
- Hoe groot wordt de uitrekking van de veer, als je de kracht vergroot tot 18 N?

3

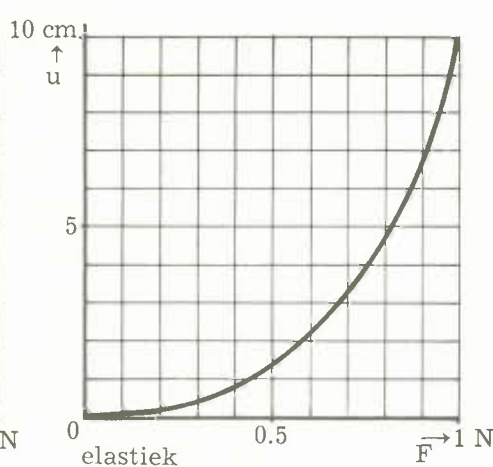
Aan een stuk elastiek wordt een voorwerp gehangen met een gewicht van 1,5 N. Het elastiek rekt daardoor 9 cm uit. Kun je nu iets zeggen over de uitrekking van het elastiek, als er een voorwerp aanhangt met een gewicht van 6 N?

4

grafiek 1



grafiek 2



Je ziet hierboven op roosterpapier twee grafieken getekend. Met beide grafieken wordt een relatie tussen de kracht ( $F$ ) en de uitrekking ( $u$ ) aangegeven.

Beantwoord voor de grafiek van de veer de volgende vragen:

- Hoe groot is de uitrekking bij een kracht van 0,4 N?
- Hoe groot is de kracht bij een uitrekking van 7 cm?
- Hoe groot moet de kracht zijn om de veer 1 cm uit te rekken?
- Hoe groot is de veerconstante van de veer?

Beantwoord voor de grafiek van het elastiek de volgende vragen:

- Hoe groot is de uitrekking bij een kracht van 0,7 N?
- Hoe groot moet de kracht zijn om het elastiek 1 cm uit te rekken?
- Waarom kun je bij elastiek geen veerconstante uitrekenen?

4

De veerconstante van een veer is 2,5 N per cm.

- Wat betekent dit?
- Hoe ver rekt deze veer uit als je er een gewicht van 10 N aanhangt?
- Met hoeveel kracht moet je aan deze veer trekken om 3 cm uitrekking te krijgen?
- Met hoeveel kracht moet je aan deze veer trekken om 0,5 cm uitrekking te krijgen?



# Blok 2 Herhaalblad

## H 1 Kracht, gewicht en massa

1

### Veranderingen

Probeer bij de volgende voorbeelden de onderstaande vragen te beantwoorden.

- Wat verandert er?
- Wat is de oorzaak van de verandering?

### Voorbeelden:

- Iemand komt 's avonds laat thuis en hij steekt de lamp aan.
- Iemand strijkt de lucifer langs de zijkant van een lucifersdoosje. De lucifer gaat branden.
- Iemand vroeg een stekje van een fuchsia. Het stekje is nu al drie keer zo groot.
- Een plank dient als brug over een slootje. Iemand gaat op het midden van die plank staan.
- Een hijskraan wordt met zijn elektromagneet boven een schroothoop gebracht. De machinist schakelt de stroom in.
- Een ijsblokje wordt in een glas limonade gedaan.
- Iemand spant de snaar van zijn boog en laat dan los.
- Een blokje hout wordt diep onder water losgelaten.
- Een appel is losgeraakt van de boom.
- Een stuk krant uit 1910 ziet er geel uit.

Zoek in T 1 nog eens op waarom het belangrijk is om de oorzaken van veranderingen op te sporen.

2

### Kracht als oorzaak van de verandering

- Bij welke van de bovenstaande 10 voorbeelden was een kracht de oorzaak van de verandering?

.....

.....

.....

- Schrijf op welke soort kracht het was.

.....

.....

.....

3

### Over gewicht gesproken

Vraag aan je leraar een doos met allerlei voorwerpen. Vraag ook een krachtmeter en een balans.

- Meet zowel het gewicht als de massa van de voorwerpen.

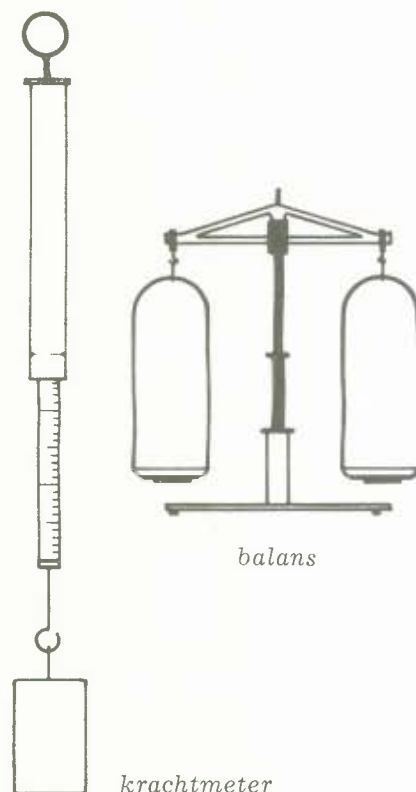
Wat bedoelen we met gewicht? .....

.....

Het gewicht meet je met een .....

De massa meet je met een .....

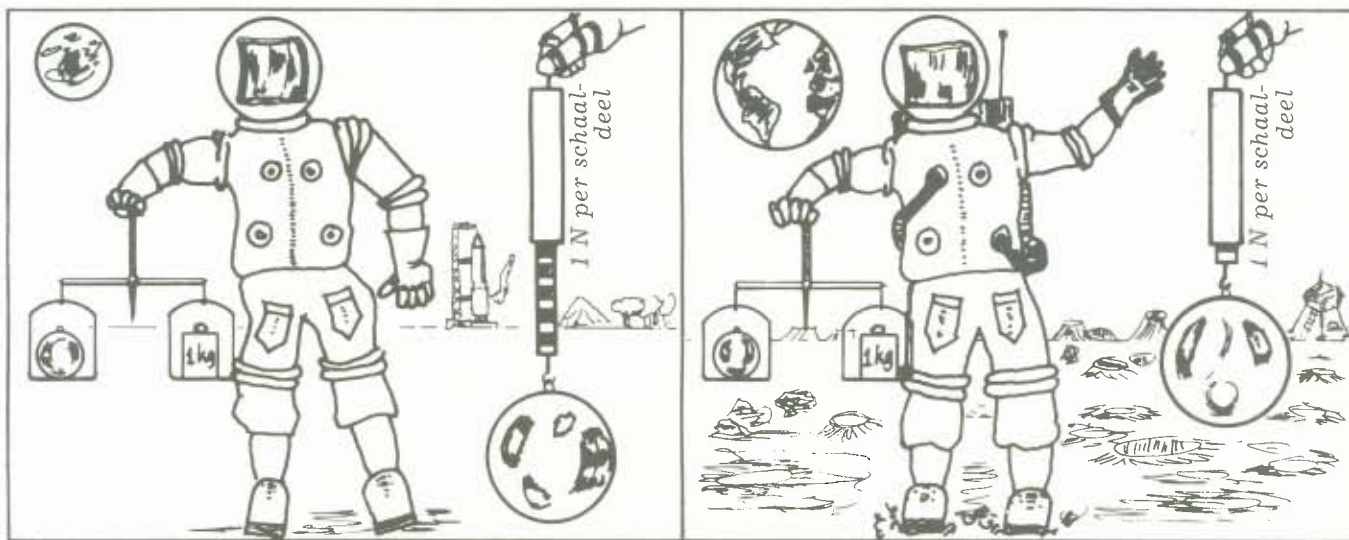
voorwerp	massa	gewicht
.....	..... g	..... N
.....	..... g	..... N
.....	..... g	..... N
.....	..... g	..... N
.....	..... g	..... N
.....	..... g	..... N



14. Van een aantal voorwerpen is de massa bekend. Bereken het gewicht van die voorwerpen.

voorwerp	massa	gewicht
balpen	20 g	..... N
kopje	130 g	..... N
aardappel	70 g	..... N
stoel	6 500 g	..... N
brief	17 g	..... N

15. Een astronaut doet een aantal proeven. Hij neemt een balans, een metalen bol, een standaard kilogram en een krachtmeter. Eerst bepaalt hij op aarde de massa en het gewicht van de bol.



Op aarde: massa bol = ..... g  
gewicht bol = ..... N

Daarna pakt hij zijn spullen bij elkaar en gaat er mee naar de maan.

Daar doet hij zijn proeven nog eens.

Op de maan: massa bol = ..... g  
gewicht bol = ..... N

Wat veranderde er door zijn uitstapje naar de maan? .....

Waarom? .....

## H 2 Relaties tussen grootheden en grafieken van relaties

In P 3 van dit blok heb je onderzocht, hoe de uitrekking van een veer was bij verschillende krachten. Bij elke kracht hoort een bepaalde uitrekking. We zeggen daarom dat er een relatie bestaat tussen de kracht en de uitrekking bij een veer.

Om te begrijpen wat een relatie nu eigenlijk is, volgen hieronder nog eens twee andere voorbeelden.

### A. Het benzineverbruik van een auto.

In deze paragraaf ga je de relatie onderzoeken tussen het benzineverbruik van een auto en de afstand die je er mee rijdt.

#### Voorbeeld.

Iemand rijdt met zijn auto naar een benzinestation. Hij laat daar zijn tank tot de rand toe vullen. Om zijn verbruik te kunnen bepalen neemt hij de kilometerstand op. Hij rijdt van Amsterdam naar de Costa del Sol (Spanje).

Hij rijdt gemiddeld 90 km per uur. Bij elk benzinestation dat hij tegenkomt stopt hij om de tank weer helemaal te vullen en de kilometerstand te noteren. Het aantal liters benzine dat hij tankt schrijft hij op. Op deze manier krijgt hij de volgende gegevens:

In Amsterdam: km stand: 10700 km.  
 benzinestation 1: km stand: 10940 km en 20 l getankt.  
 benzinestation 2: km stand: 11420 km en 40 l getankt.  
 benzinestation 3: km stand: 11540 km en 10 l getankt.  
 benzinestation 4: km stand: 11900 km en 30 l getankt.  
 benzinestation 5: km stand: 12500 km en 50 l getankt.  
 benzinestation 6: km stand: 12740 km en 20 l getankt.

1

Maak met deze gegevens tabel 1 af.

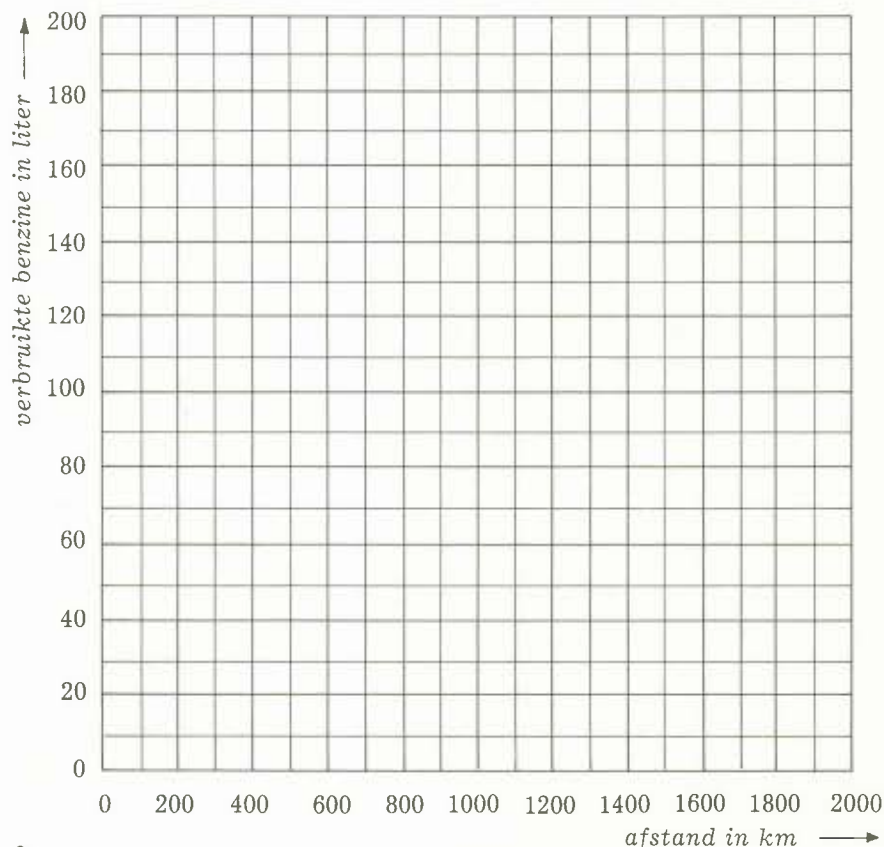
benzine-station	aantal km gerekend vanaf de start	verbruikte liters gerekend vanaf de start
1	10940 — 10700 = 240	20
2	720	60
3		
4		
5		
6		

tabel 1

2

Zet de gegevens uit tabel 1 op het roosterpapier hieronder. Geef de punten aan met een kruisje.

grafiek



3

Probeer door de kruisjes op het ruitjespapier zo goed mogelijk een rechte lijn te trekken.

Je hebt nu een grafiek tussen de afstand en het verbruikte aantal liter benzine.

4

Lees uit je grafiek af hoeveel liter er ongeveer is verbruikt na 200 km, na 400 km, na 800 km.

5

Lees uit je grafiek af hoeveel kilometer er is verreden bij een benzineverbruik van 0 l, 80 l, 140 l, 170 l.

6

Bestaat er een relatie tussen de afstand en het verbruikte aantal liter benzine?

Zo ja, verklaar je antwoord.

## B. Handel in zilver

Een zilverhandelaar plaatst een advertentie in de krant.

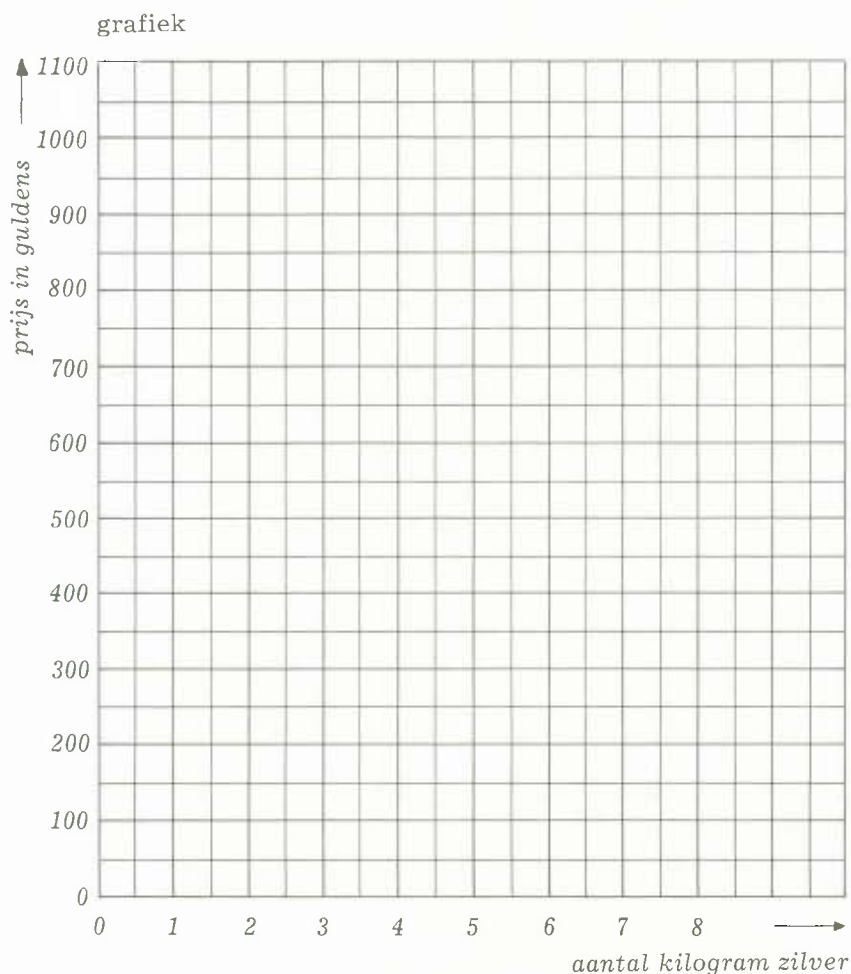
In deze advertentie treffen we een tabel aan, die je kunt vinden in de tabel hiernaast.

kilogrammen zilver	kosten in guldens
1	200
2	380
3	540
4	680
5	800
6	900
7	980
8	1050

tabel 2

7

Zet de gegevens uit de tabel op het roosterpapier hieronder.



8

Verklaar waarom je geen rechte lijn door de kruisjes kunt trekken



9

Teken zo goed mogelijk een kromme lijn door de kruisjes heen.

10

Bestaat er een relatie tussen het aantal kilogram zilver en de prijs in gulden? Zo ja, verklaar je antwoord.

#### KONKLUSIE

We zeggen dat er een relatie bestaat tussen twee grootheden als bij elke waarde van de ene grootheid een waarde van de andere grootheid hoort.

### H 1 Kracht, gewicht en massa

1

- a. De lamp gaat branden; het wordt licht.
- b. Er gaat elektriciteit door de gloeidraad van de lamp.

2

- a. De kop van de lucifer wordt heet en ontbrandt.
- b. De wrijving.

3

- a. De fuchsia is groter geworden.
- b. Groei.

4

- a. De plank buigt door.
- b. Gewicht.

5

- a. Het schroot wordt omhoog „gezogen”.
- b. Magnetische kracht.

6

- a. Het ijsblokje smelt.
- b. Het ijsblokje wordt verwarmd door de limonade.

7

- a. De snaar komt in zijn oude toestand terug.
- b. Veerkracht.

8

- a. Het blokje komt naar de oppervlakte.
- b. De opwaartse kracht.

9

- a. De appel valt naar beneden.
- b. De zwaartekracht.

10

- a. De krant is verkleurd.
- b. De inwerking van het licht op papier.

11

Bij 2, 4, 5, 7, 8 en 9.

12

Bij 2. wrijvingskracht,  
Bij 4. gewicht,  
Bij 5. magnetische kracht,  
Bij 7. veerkracht,  
Bij 8. opwaartse kracht,  
Bij 9. zwaartekracht.

13.

Met gewicht van een voorwerp bedoelen we de kracht (het aantal newton) waarmee de aarde aan het voorwerp trekt.

Gewicht meet je met een krachtmeter.

Massa meet je met een balans.

14

Balpen: 0,2 N, kopje: 1,3 N, aardappel: 0,7 N, stoel: 65 N, brief: 0,17 N.

15

Op aarde:    massa bol    = 1 kg  
                  gewicht bol = 10 N  
Op de maan: massa bol    = 1 kg  
                  gewicht bol = 1,5 N (ongeveer)

Het gewicht is veranderd op de maan.

De maan trekt minder hard aan de bol.

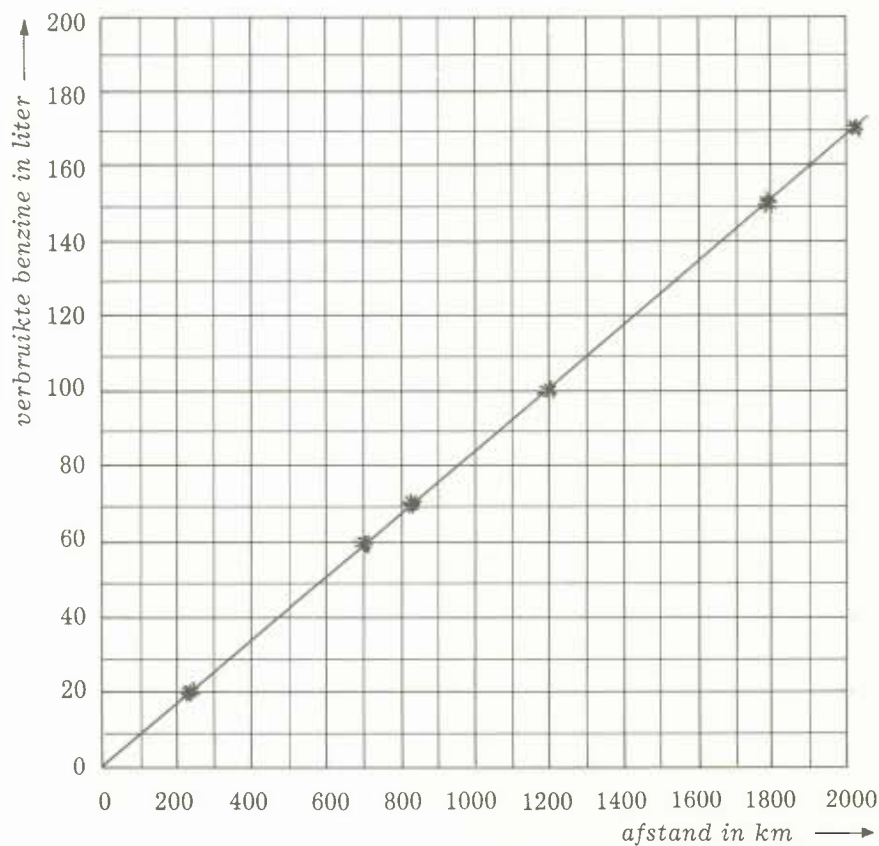
## H 2 Relaties tussen grootheden en grafieken van relaties

1

Benzine-station	aantal km gerekend vanaf de start	verbruikte liters gerekend vanaf de start
1	$10940 - 10700 = 240$	20
2	$11420 - 10700 = 720$	60
3	$11540 - 10700 = 840$	70
4	$11900 - 10700 = 1200$	100
5	$12500 - 10700 = 1800$	150
6	$12740 - 10700 = 2040$	170

2, 3

grafiek



4

na 200 km 17 liter  
na 400 km 33 liter  
na 800 km 67 liter

5

0 liter bij 0 km  
80 liter bij 960 km  
140 liter bij 1680 km  
170 liter bij 2040 km.

6

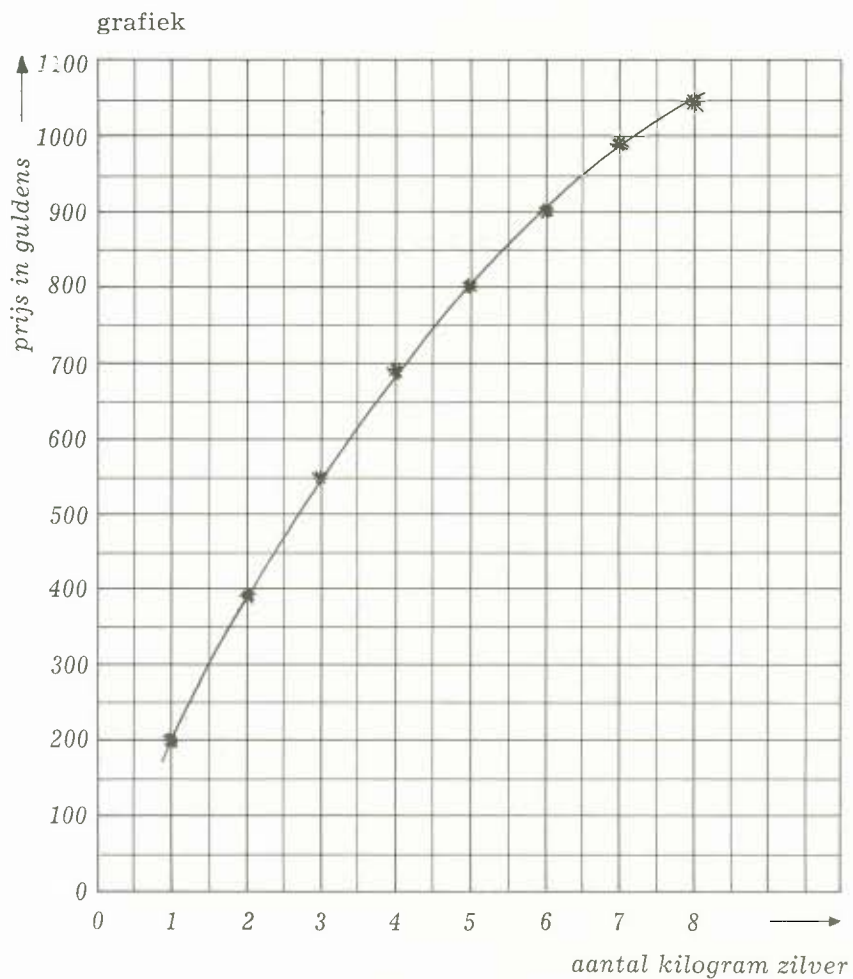
Er bestaat een relatie tussen de afstand en het aantal verbruikte liter benzine. Bij elke afstand hoort één bepaalde waarde van het verbruikte aantal liter benzine.

8

Het tekenen van een rechte lijn is nu niet mogelijk. De prijs van 2 kg zilver is niet het dubbele van de prijs van 1 kg. Per kilogram zilver wordt de prijs steeds lager.

10

Bij elk aantal kilogram zilver hoort een bepaalde prijs.  
Er is dus sprake van een relatie tussen de totale prijs en het aantal kilogram zilver.





## Blok 2 Extra stof

### 11. Verder met veren

#### Inleiding

In P 3 van dit blok heb je onderzocht hoe de relatie tussen uitrekking en kracht van een veer is. In T 3 ben je de veerconstante van een veer tegengekomen. In dit blad ga je de veerconstante van een combinatie van veren bepalen.

#### Gedachtenproef

Voordat je zo direkt een proef gaat uitvoeren, moet je eerst eens nadenken over het volgende probleem:

Je hebt een aantal dezelfde veren met een veerconstante van 2 N per cm. Op de doos waaruit je de veren haalt, staat uitdrukkelijk vermeld dat de veren niet verder dan 10 cm uitgerekt mogen worden. Je wilt nu 2,5 kg aan zo'n veer hangen. Kan dat zonder de veer te ver uit te rekken?

Wanneer je goed gerekend hebt weet je dat een massa van 2,5 kg (gewicht 25 N) de veer 12,5 cm uitrekt. Je kunt die massa dus niet aan één veer hangen.

Toch is er een mogelijkheid waardoor je met een combinatie van 2 veren wel 2,5 kg op kunt tillen.

Probeer een combinatie van 2 van die veren te bedenken waaraan je wel 2,5 kg kunt hangen. Als je de goede combinatie gevonden denkt te hebben, teken hem dan hiernaast. Beredeneer waarom je aan deze combinatie van veren 2,5 kg kunt hangen.

#### En dan nu de proef zelf

Met twee veren kun je de volgende combinaties maken:



kombinatie b.

kombinatie a.

Om er achter te komen welke combinatie je het beste kunt gebruiken voor een grote massa zonder de veren te ver uit te rekken, kun je de volgende proef doen.

#### 1

Neem twee ongeveer gelijke veren. Bepaal van elk van die veren de veerconstante.

De veerconstante van de ene veer is ..... N per cm.

De veerconstante van de andere veer is ..... N per cm.

Hang de veren nu zo op als onder a. getekend is. Bepaal de veerconstante van deze combinatie. Aanwijzing: doe net alsof de combinatie van twee veren, één nieuwe veer is.

De veerconstante van combinatie a is groter dan/even groot als/kleiner dan de veerconstante van één van beide veren.

Waar kun je meer aan hangen zonder die veren te vernielen, aan één van beide veren of aan combinatie a van twee veren?

#### 2

Hang de veren nu zo op zoals bij combinatie b is getekend.

Bepaal de veerconstante van deze combinatie.

De veerconstante van combinatie b is groter dan/even groot als/kleiner dan de veerconstante van één van beide veren.

Waar kun je meer aan hangen zonder de veren te vernielen, aan één van beide veren of aan combinatie b van twee veren?

#### 3

Vergelijk de resultaten van beide proeven. Welke combinatie kun je het beste gebruiken voor een grote massa? .....

Was dit ook het resultaat van je gedachtenproef? .....

### Als je nog iets meer met veren wilt doen

Vele veren worden bij gebruik niet uitgerekt maar samengedrukt: denk maar eens aan een veertje van een balpen. We noemen dit soort veren drukveren. Een veer met open windingen kun je als trekveer en als drukveer gebruiken. Ga eens na of bij zo'n veer de veerconstante hetzelfde is bij het indrukken van de veer als bij het uitrekken van de veer.



drukveer

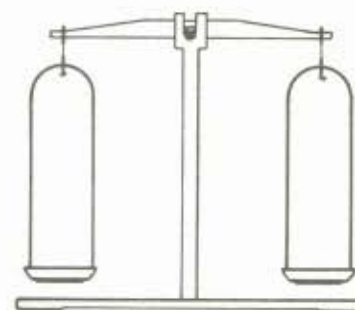
## 67. Krachten in evenwicht; de hefboom

### A. Praktikum

In dit blad doe je proeven met hefboomen. **Hefboom** is een verzamelnaam voor alle voorwerpen die een draaipunt hebben en waarmee je krachten uitoefent.

Een paar voorbeelden:

- De **balans** die je op school gebruikt. Deze bestaat uit een staaf die in het midden draaibaar is om een steunpunt. Aan de uiteinden van de staaf hangen schaaltes waarop aan de ene kant het voorwerp ligt en aan de andere kant de grammen.
- De **deurkruk** die je omlaag beweegt om de deur te openen. Hoe langer de kruk is des te gemakkelijker kun je de deur openen.
- Een **wip** heeft in het midden een draaipunt. Op de uiteinden zitten mensen.
- Andere voorbeelden van de hefboom zijn de **katrol**, de **koevoet**, de **pedalen** van je fiets en de **schaar**.



### 1 Een regel voor de hefboom.

Je begint met een eenvoudig voorbeeld van een hefboom. Gebruik in deze proef steeds gelijke voorwerpjes.

Neem een lat die in het midden kan draaien.

- a. Hoe maak je nu evenwicht met een tweede voorwerpje?

.....

- b. En nu?

.....

- c. Hoe maak je nu evenwicht met twee voorwerpjes?

.....

- d. Hoe maak je nu evenwicht met één voorwerpje?

.....

- e. Probeer nu op zoveel mogelijk manieren evenwicht te maken. Je mag zoveel voorwerpen gebruiken als je wilt, maar ze moeten op de streepjes hangen.

Op hoeveel manieren is het je gelukt?

.....

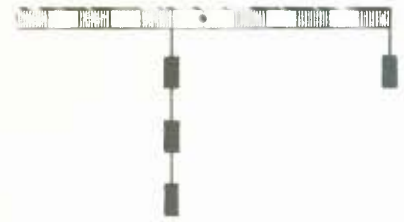
- f. Hoe moet je nu evenwicht maken door er één voorwerp bij te hangen?

.....



g. Maak weer evenwicht op zoveel mogelijk manieren.

Op hoeveel manieren is het je gelukt?

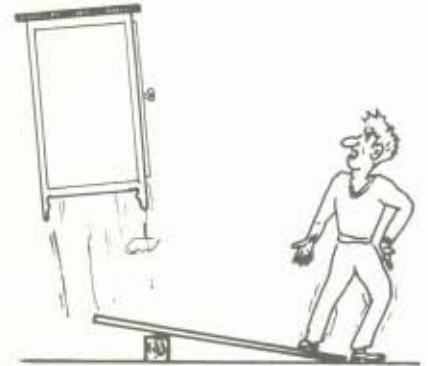


Wanneer zal een hefboom in evenwicht zijn? Probeer een regel voor dit evenwicht te geven.

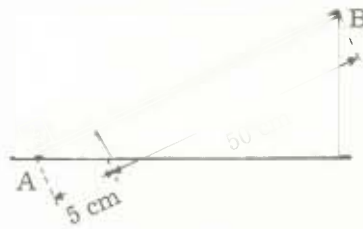
2

## Heffen met een hefboom.

Heb je wel eens een kast opgetild met een plank? Je schoof dan de plank onder de kast. Vlak bij de kast legde je een blokje onder de plank. Als je vervolgens je voet op het uiteinde van de lange plank zette, kon je met gemak de kast heffen. Met een kleine kracht kon je de zware kast enkele cm omhoog halen. Maar als de kast 2 cm omhoog ging, ging je voet dan 2 cm omlaag? De kracht die nodig is wordt minder, maar je moet over een langere afstand bewegen.



Hoeveel newtons heb je in onderstaande tekening nodig om het evenwicht te krijgen uit de rechter tekening? ..... N.



## B. Theorie

1

### De hefboom.

Je bent een aantal voorbeelden van hefboomen tegengekomen: de wip, de balans, de koevoet, de pedalen van een fiets en de schaar.

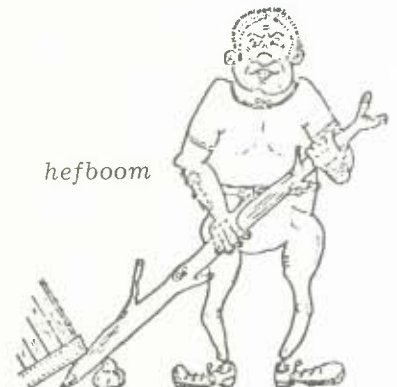
**Elk voorwerp waarmee een kracht kan worden uitgeoefend als het om een vast punt wordt gedraaid heet een hefboom.**

Andere voorbeelden waarbij gebruik wordt gemaakt van een hefboom zijn de ophaalbrug, de hijskraan en de drijver in een w.c. stortbak. De verklaring van het woord hefboom is te vinden in de werking van een paal waarmee een zwaar voorwerp kan worden opgevijseld. (zie tekening). Het vaste punt waarover gedraaid wordt is de steen die zo dicht mogelijk bij het voorwerp onder de paal is geschoven. Als de paal zwaar genoeg is, zal het weinig moeite kosten om het voorwerp van de grond te krijgen.

Op elke hefboom zitten een paar belangrijke plaatsen:

1. de plaats van het draaipunt;
2. de plaatsen waar de krachten worden uitgeoefend.

**De afstand van de plaats waar de kracht wordt uitgeoefend tot het draaipunt heet de arm.**

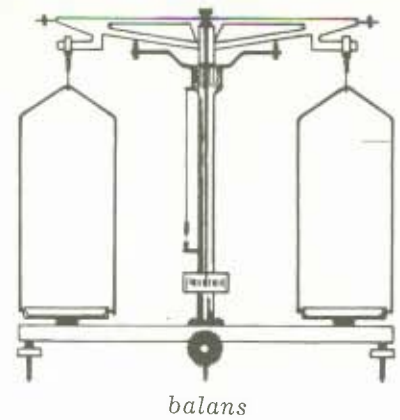
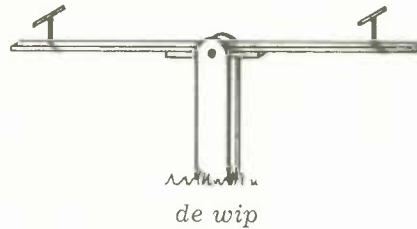


2

### De gelijkarmige hefboom.

Bij een gelijkarmige hefboom grijpen de krachten aan op gelijke afstanden van het draaipunt; de armen zijn even lang.

Voorbeelden:



Een gelijkarmige hefboom is in evenwicht als de krachten aan beide uiteinden even groot zijn.

3

### De ongelijkarmige hefboom.

Bij een ongelijkarmige hefboom grijpen de krachten aan op verschillende afstanden van het draaipunt; de armen zijn niet even lang.

Voorbeelden:



Bij de ongelijkarmige hefboom maakt een kleine kracht aan een lange arm evenwicht met een grote kracht aan een korte arm.

Een apotheker heeft vaak maar een paar milligram van een bepaalde stof nodig. Toch gebruikt hij liever geen standaardmassa's van 1 mg. Hij plaatst daarom het schaalteje met de te wegen stof aan een lange arm. De slager daarentegen hangt een half rund aan de korte arm en maakt evenwicht met een paar kg aan de lange arm van de balans.

4

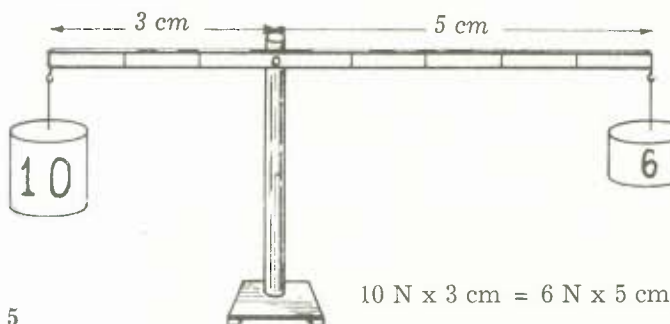
### De hefboomregel.

In alle situaties waar we gebruik maken van een hefboom kunnen we precies berekenen hoe groot beide krachten moeten zijn om evenwicht te maken.

We maken dan gebruik van de hefboomregel:

**Kracht maal arm aan de ene kant van het draaipunt = kracht maal arm aan de andere kant van het draaipunt.**

Voorbeelden:



5

### Evenwichten.

Bij de hefboom kwamen we situaties tegen waarbij krachten in evenwicht waren. Het bleek dat ook ongelijke krachten evenwicht konden maken. Het waren wel allemaal voorbeelden waarbij alleen de zwaartekracht een rol speelde. In T 2 staan een paar voorbeelden waarbij verschillende soorten krachten evenwicht met elkaar maken.





## De vaste katrol

Je hebt vast wel eens een katrol gezien, maar weet je ook hoe bij zo'n katrol de krachten worden overgebracht?

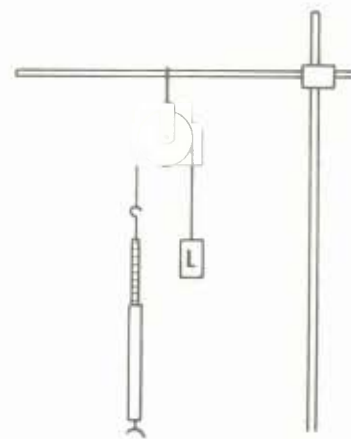
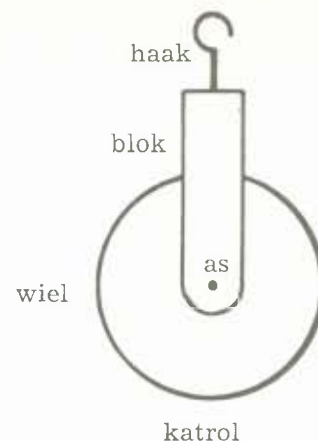
Hiernaast zie je een schematische tekening van een katrol. De namen van de verschillende onderdelen staan erbij. Het is een **vaste katrol** dat betekent dat de haak op een vaste plaats is bevestigd, bijvoorbeeld aan het plafond, een paal, een giek van een hijsinstallatie of, zoals jij het straks gaan doen, aan een statief.

Met de katrol hijs je een voorwerp op. Dat voorwerp heet de **last**. De kracht die de last op het touw uitoefent wordt ook last genoemd. Deze kracht wordt daarom steeds aangeduid met **kracht L**. De kracht die je nodig hebt om de last te hijsen wordt gewoon met **kracht F** aangeduid. Hang nu een katrol op aan een statief. Sla een koord over de katrol. Hang aan het uiteinde een last waarvan je eerst het gewicht hebt gemeten. Meet nu met een krachtmeter de kracht die nodig is om de last in evenwicht te houden. Meet, net als in de tekening is aangegeven, de kracht in een aantal verschillende richtingen.

Schrijf op: Kracht L = ..... N

Kracht F = ..... N

Als je de last 10 cm wilt opheffen moet je het andere uiteinde van het koord ..... cm innemen.



„een kleinere overbrenging zou wel prettiger zijn”

## B. Theorie

In de techniek is het overbrengen van krachten belangrijk omdat de krachtbron vaak niet kan worden geplaatst waar de kracht moet worden gebruikt. Toch is dit niet de belangrijkste reden om een overbrenging tussen krachtbron en werktuig op te nemen. Meestal wordt de kracht op zo'n manier geleverd dat deze niet rechtstreeks kan worden gebruikt. Als men bijvoorbeeld de motor van een auto rechtstreeks op de as aansluit, rijdt de auto alleen maar hard vooruit of achteruit. Daarom zit in een auto een overbrenging die de kracht in grootte en richting kan aanpassen aan de behoefte.

**We onderscheiden drie soorten functies bij overbrengingen:**

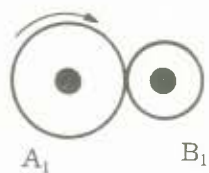
1. overbrenging van de kracht naar een andere plaats;
2. overbrenging waarbij een kracht van richting verandert;
3. overbrenging waarbij een kracht van grootte verandert.

In de praktijk hebben overbrengingen meerdere functies tegelijk. In het praktikum heb je gezien, dat je met verschillende klosjes zowel de richting als de grootte van de kracht kunt veranderen. Tegelijkertijd bracht je de kracht naar een andere plaats.

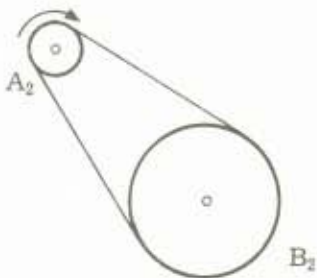
### C. Vragen en problemen

1

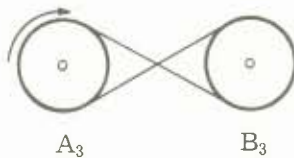
Kijk goed naar onderstaande tekeningen. Steeds is wiel A het aandrijfwiel terwijl wiel B wordt aangedreven.



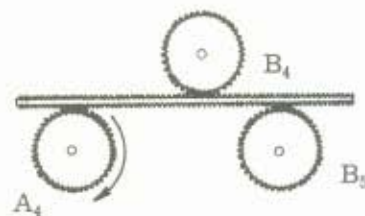
figuur 1



figuur 2



figuur 3



figuur 4

- Welke wielen hebben dezelfde draairichting als B 1? .....
- Welke wielen draaien even snel als hun aandrijfwiel? .....
- Bij welke wielen wordt de draairichting omgekeerd? .....

2

Stel dat de wielen B 1 tot en met B 4 alle dezelfde kracht ondervinden om een last omhoog te hijsen. In welk(e) geval(len) moet de kracht uitgeoefend door A

- groter zijn dan die kracht? .....
- gelijk zijn aan die kracht? .....

3

Als je een helling op fietst, rijd je meestal in een kleinere versnelling dan wanneer je van de helling afrijdt. Je hoeft dan een kleinere kracht uit te oefenen. Je „wint” dus aan kracht. Hoe komt het „verlies” tot uitdrukking? .....