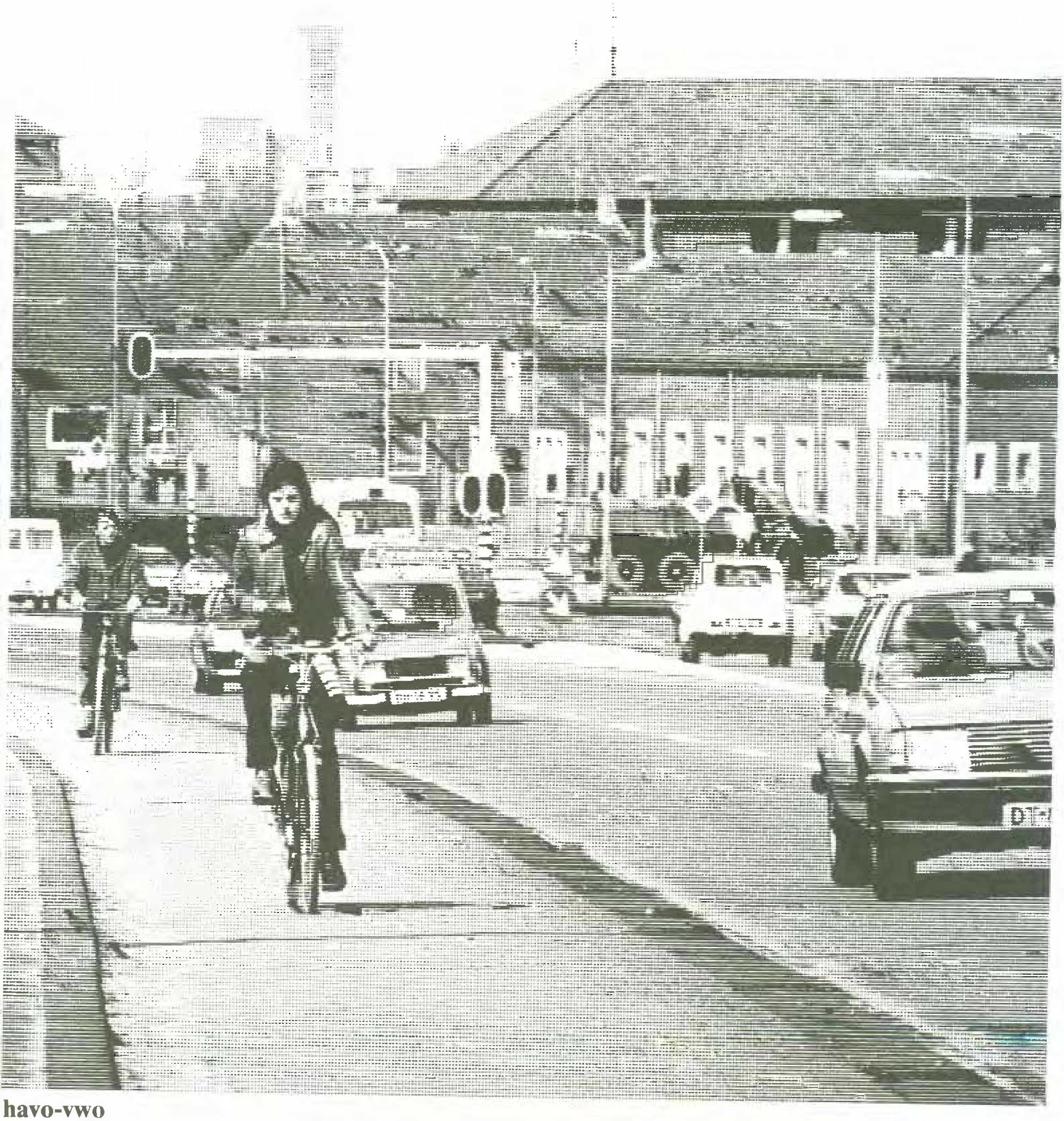
Blok 2 | Krachten



havo-vwo

Inhoudsopgave

Blok 2 | Krachten

Basisstof

Herhaalstof

Extra stof

Wat je moet kunnen aan het eind van blok 2

	Te vinden in:
1. Je moet weten dat elke verandering in de natuur een oorzaak heeft.	**T1**
2. Je moet drie redenen kunnen opnoemen, die zeggen waarom het belangrijk is de oorzaken van veranderingen te onderzoeken.	**T1**
3. Je moet weten dat krachten gebruikt kunnen worden om voorwerpen te verplaatsen of om hun beweging te veranderen.	**P1, T1**
4. Je moet in een eenvoudig voorbeeld kunnen aangeven welke van de in T1 genoemde krachten er werken.	**T1, W1 vr. 1, 3, 5**
5. Je moet weten wat er onder evenwicht verstaan wordt.	**T1**
6. Je moet in voorbeelden als in T1 en W1 kunnen aangeven welke krachten elkaars werking opheffen.	**T1, W1 vr. 3, 5**
7. Je moet weten wat de eenheid van kracht is en welk symbool voor deze eenheid gebruikt wordt.	**P2, T2**
8. Je moet met een krachtmeter een kracht kunnen meten.	**P2**
9. Je moet weten, hoeveel gram je met 1 newton op aarde kunt dragen.	**P2, T2**
10. Je moet weten dat gewicht een kracht is en dat de eenheid van gewicht dan ook de newton is.	**P2, T2**
11. Je moet weten hoe je het gewicht van een voorwerp kunt bepalen.	**P2, T2**
12. Je moet weten dat als je een voorwerp naar de maan brengt de massa van dat voorwerp gelijk blijft en het gewicht kleiner wordt.	**T2**
13. Je moet weten dat een vrij vallend voorwerp gewichtloos is.	**P2, T2**
14. Als je van een voorwerp de massa weet, moet je van dat voorwerp het gewicht op aarde kunnen berekenen.	**W2**
15. Als je van een voorwerp het gewicht op aarde weet, moet je van dat voorwerp de massa kunnen berekenen.	**W2**
16. Je moet weten wat een hefboom is.	**P3, T3**
17. Je moet weten wat de arm is van een kracht die op een hefboom werkt.	**T3, W3**
18. Je moet de hefboomregel kennen.	**T3**
19. Je moet de hefboomregel kunnen gebruiken in voorbeelden.	**T3, W3**
20. Je moet weten met welk werktuig je een kracht van richting kunt veranderen.	**P4, T4**
21. Je moet de gulden regel kennen.	**P4, T4, W4**
22. Je moet de gulden regel kunnen toepassen op een vaste katrol, een losse katrol en op takels.	**P4, T4, W4**
23. Je moet weten wat elastische uitrekking is.	**T5**

24.	Te vinden in:
Je moet de vorm van de grafiek kunnen herkennen die de relatie tussen kracht en uitrekking bij een veer weergeeft.	P5
25.	
Je moet de wet van Hooke kennen.	T5
26.	
Je moet weten wat het wil zeggen als twee grootheden rechtevenredig zijn.	T5
27.	
Je moet de vorm van de grafiek herkennen van de relatie tussen twee grootheden die rechtevenredig zijn.	T5
28.	
Je moet weten wat een veerkonstante aangeeft.	T5
29.	
Je moet weten dat krachten gebruikt kunnen worden om voorwerpen van vorm te veranderen.	T5

Hoe komt het dat iets verandert?

In blok 1 hebben we een aantal veranderingen van voorwerpen en stoffen onder zocht. 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 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
Lengteverandering (Tyndall)	
Volumeverandering ('s Gravesande)	
Vormverandering (elastiek)	
Kleurverandering (lakmoespapiertje)	
Faseverandering (smelten)	
Gewichtsverandering (naar de maan)	

Er zijn nog meer veranderingen. Vul daarom de tabel hierboven aan.
Tot nu toe hebben we steeds gekeken naar veranderingen van eigenschappen van voorwerpen en stoffen. We zullen ook eens kijken naar veranderingen waarbij het voorwerp het zelfde blijft. Dit soort veranderingen nemen we waar als een voorwerp beweegt. Het verandert van **plaats** en hierbij kan ook zijn **snelheid** veranderen.

2
Door welke oorzaken verandert een voorwerp van plaats?

a Een auto staat stil. Hoe krijg je hem van zijn plaats?

b Leg een kwartje op tafel. Probeer het op een aantal manieren van zijn plaats te krijgen. Welke manieren heb je gebruikt?

c 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?

d Houd een blokje hout onder water en laat het vervolgens los. Wat neem je waar?

e Rek een elastiekje of een veer uit en laat één uiteinde los. Wat neem je waar?

f Leg een paperclip op tafel. Beweeg een magneet onder de tafel. Wat neem je waar?

Schrijf van alle proeven a tot en met f de oorzaak van de plaatsverandering op.

a

b

c

d

e

f

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

Een auto van zijn plaats krijgen? . . .

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?
Hoe groot is het gewicht van het voorwerp tijdens de val?

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

c Laat een knikker rollen. Verandert de beweging vanzelf?

Hoe kun je de beweging veranderen zonder de knikker aan te raken?

d Laat een 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

Blok 2 | Praktikum 2

Hoe meten we krachten?

Met een veer kunnen we een instrument maken om krachten te meten. Zo'n instrument noemen we een krachtmeter. De eenheid waarin we krachten uitdrukken heet de newton. Het symbool van deze eenheid is N.

1
Hoe 'sterk' is 1 newton?

1 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?

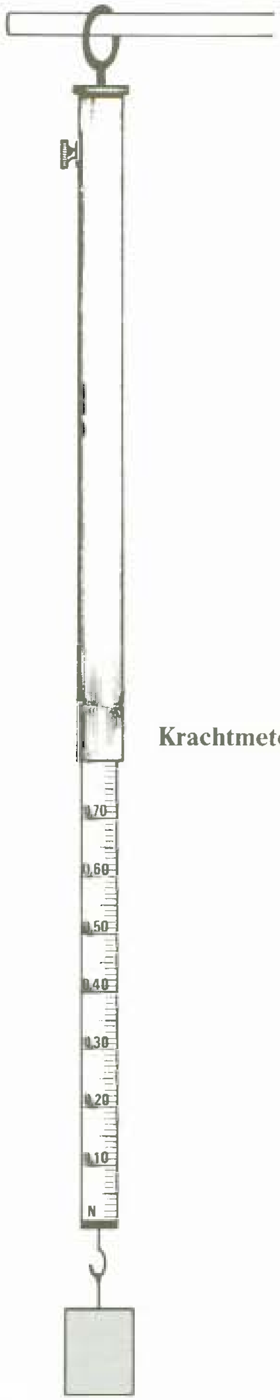
En één van 100 N?

2 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.

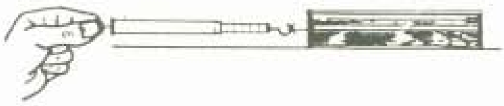
Massa aan de krachtmeter in	Aanwijzing door de krachtmeter in N
10	
50	
100	

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

3 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 bijvoorbeeld 1 cm uitrekt. Schat hoeveel newton de kracht is die je daarvoor moet uitoefenen en meet hem daarna.
– Schuif een boek over de tafel, of een stoel over de grond, schat hoe groot de kracht is waarmee je duwt of trekt, en meet hem daarna.
– Houd een stukje ijzer tegen een magneet, schat de kracht die nodig is om ze van elkaar los te trekken en meet hem daarna.



Krachtmeter (1 N)



Proef 3

2
Gewicht van een voorwerp

In blok 1 staat dat het gewicht van een voorwerp niet hetzelfde is als de massa van dat voorwerp. Wat wordt dan bedoeld met 'het gewicht'?

Als je bijvoorbeeld aan een boomtak hangt, dan buigt die tak door. Dat komt door je gewicht.
Gewicht is dus een kracht. De eenheid van gewicht is dan ook de newton. Het gewicht van een voorwerp kun je bepalen met een krachtmeter.

In welke kolom bij proef 2 staat het gewicht van de voorwerpen?

We kunnen ons nu afvragen:
Heeft een voorwerp altijd hetzelfde gewicht?
Kan het gewicht van een voorwerp nul zijn?

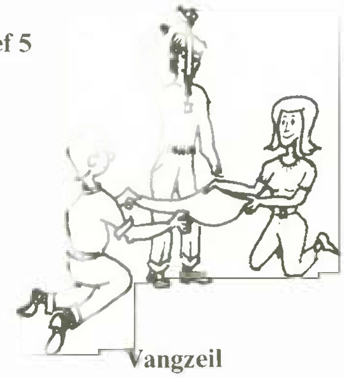
4 Hang een voorwerp aan een krachtmeter. Wat lees je af? ______ N

Trek de krachtmeter met een rukje omhoog. Blijft hij hetzelfde aanwijzen?

Houd de krachtmeter weer stil en laat hem dan ineens zakken. Wat zie je nu?

5 Hang een voorwerp aan een krachtmeter. Twee leerlingen vormen met een handdoek een vangzeil. Laat de krachtmeter van ongeveer 1 meter hoogte boven het vangzeil vallen.
Hoe groot is het gewicht van het voorwerp tijdens de val? ______ N.

Proef 5



Vangzeil

6 Is het gewicht van een voorwerp op de maan groter of kleiner dan op de aarde?

Wat is hiervan de oorzaak?

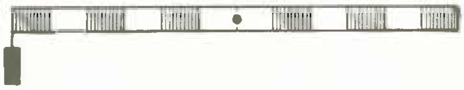
Blok 2 | Praktikum 3

De hefboom

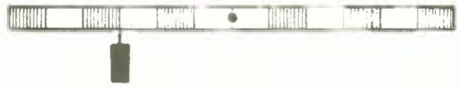
In dit praktikum doe je proeven met hefbomen. **Hefboom** is een verzamelnaam voor alle voorwerpen waarmee je een kracht kunt uitoefenen en die daarbij om een bepaald punt draaien.
Een paar voorbeelden:

a De **spoorboom** is een hefboom. Bij de spoorboom til je de lange zware balk over de weg of door middel van een kontragewicht.
b De **deurkruk** die je omlaag beweegt om de deur te openen. Hoe langer de kruk is des te gemakkelijker kun je de deur openen.
c Een **wip** heeft in het midden een draaipunt. Op de uiteinden zitten mensen.
d Andere voorbeelden van de hefboom zijn de **katrol**, de **koevoet**, de **pedalen** van je fiets en de **schaar**.

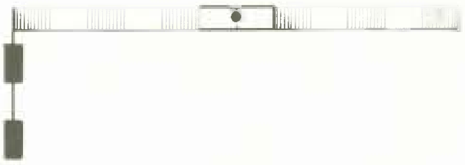
1
Een regel voor de hefboom
Je begint met een eenvoudig voorbeeld van een hefboom.
Neem een lat die in het midden een gaatje heeft waarom hij kan draaien.



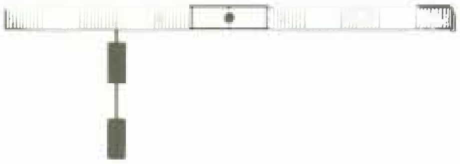
a Hoe maak je evenwicht met een tweede voorwerpje?



b En nu?

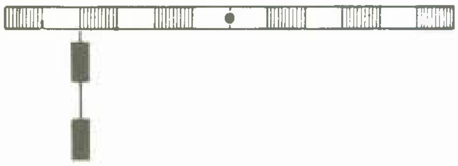


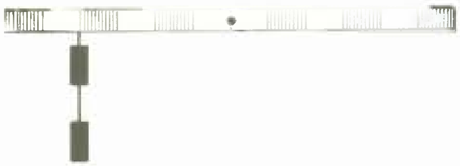
c Hoe maak je evenwicht met twee voorwerpjes?

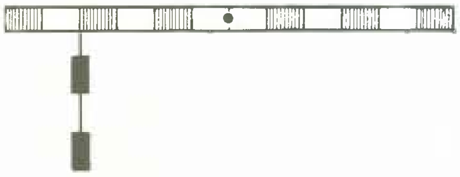


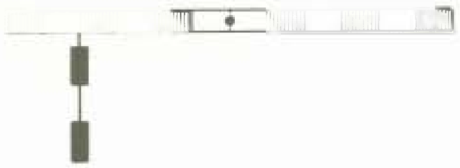
d Hoe maak je evenwicht met één voorwerpje?

e Je mag nu zoveel voorwerpen gebruiken als je wilt. Ze moeten wel allemaal op dezelfde plaats hangen. Probeer op minstens vier manieren evenwicht te maken.









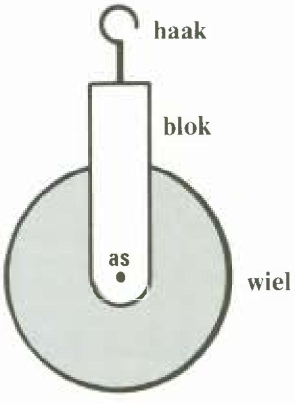
f Probeer een regel te vinden, die beschrijft wanneer een hefboom in evenwicht is. Aanwijzing: vergelijk de krachten en de afstanden tot het draaipunt aan weerszijden van het draaipunt met elkaar.

Katrollen

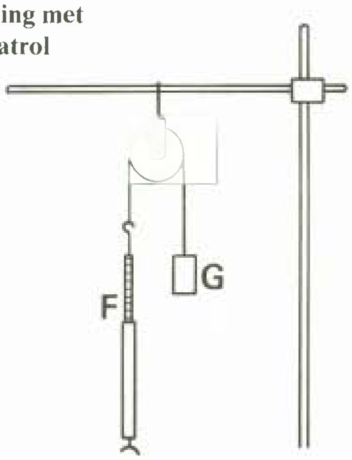
Bij het uitoefenen van krachten wordt vaak gebruik gemaakt van hulpmiddelen zoals tandwielen, touwen, katrollen, kettingen en breekijzers. Deze hulpmiddelen gebruiken we als we een kracht willen uitoefenen op een plaats waar we niet bij kunnen. In dit praktikum zullen we speciaal naar de katrol kijken.

1
De vaste katrol.
Hieronder zie je een schematische tekening van een vaste katrol. Bij zo'n vaste katrol is de haak op een vaste plaats bevestigd. Dit kan bijv. aan het plafond, een paal, een giek van een hijskraan of aan een statief zijn.
Met de katrol hijs je voorwerpen op.

Figuur 1a
vaste katrol



Figuur 1b
Opstelling met vaste katrol



Bepaal eerst met een krachtmeter het gewicht G van het voorwerp.
G = N

De kracht die nodig is om het voorwerp via de vaste katrol op te hijsen noem je F.
Maak nu de opstelling van figuur 1b.
Bepaal met de krachtmeter de kracht F als je het voorwerp langzaam ophijst.
F = N

Wat valt je op als je de krachten F en G met elkaar vergelijkt?

Hijs het voorwerp 10 cm op.
Hoeveel cm moest je het andere uiteinde van het touw naar beneden trekken? cm.

In welke richting moest je de kracht uitoefenen bij gebruik van een vaste katrol?

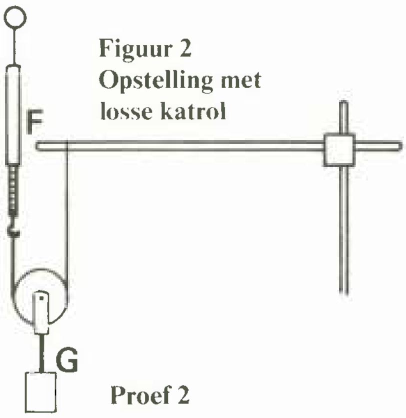
En in welke richting als je geen katrol gebruikte?

2
De losse katrol.
Als het voorwerp aan de haak van de katrol hangt en het koord aan een vast punt is bevestigd, spreekt men van een losse katrol.
Zie figuur 2.
Met het voorwerp hijs je tegelijkertijd de katrol op. Hier moet je wel rekening mee houden.
Het gewicht van het voorwerp en de katrol samen noem je G.
G = N.

Maak de opstelling met de losse katrol en meet de kracht F.
F = N.

Wat valt je op als je de krachten F en G bij de losse katrol vergelijkt?

Dit kun je verklaren door te bedenken dat het gewicht aan twee touwen hangt. Elke touw draagt dan de helft van het gewicht.



Figuur 2
Opstelling met losse katrol

Proef 2

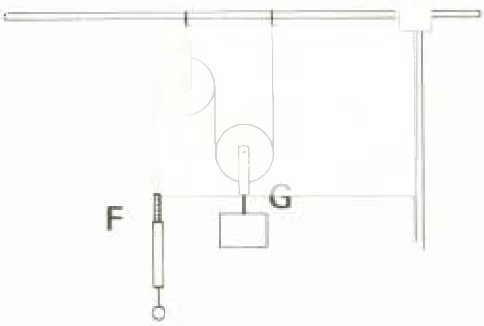
Hijs het voorwerp 10 cm op.
Hoeveel cm moet je het andere uiteinde van het touw naar boven trekken? cm.

Bij de losse katrol is de benodigde kracht twee keer zo klein. De hoeveelheid touw die je moet innemen is twee keer zo

In welke richting moet je de kracht uitoefenen bij gebruik van een losse katrol?

3
De takel

Figuur 3
opstelling met takel



Een losse katrol heeft het nadeel dat je het koord naar boven moet trekken. Bij de vaste katrol moet je het koord naar beneden trekken en dan kun je gebruik maken van je eigen gewicht. Daarom kombineert men meestal een losse katrol met een vaste katrol. Zo'n kombinatie heet een **takel**. De eenvoudigste takel bestaat uit twee katrollen.
Maak de takel zoals in figuur 3 is weergegeven.
Wat is het verschil tussen deze takel en de losse katrol?

Aan hoeveel koorden hangt het voorwerp? koorden.
Hoeveel draagt elk koord?
van het gewicht.
De benodige kracht is
zo klein
als het gewicht.
Als het voorwerp 10 cm wordt opgetakeld, dan moet cm touw worden ingenomen.

4

De takel met meer dan twee katrollen.

Hieronder is een takel met zes katrollen getekend. Op school is misschien wel zo'n takel aanwezig. Als dat zo is kun je de antwoorden op de volgende vragen door middel van proeven vinden.

Aan hoeveel touwen hangt hier de last?

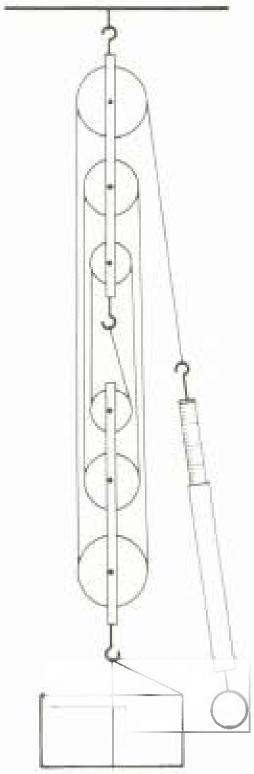
Hoeveel keer zo klein moet een kracht zijn om de last op te hijsen?

Hoeveel koord moet je innemen om de last 10 cm op te hijsen?

cm

Dat is keer zo veel.

Figuur 4 Takel met zes katrollen



Blok 2 | Praktikum 5

De relatie tussen uitrekking en belasting

1

Hoe werkt een krachtmeter?

Om krachten te meten hebben we gebruik gemaakt van een krachtmeter. Je zult wel gemerkt hebben dat in zo'n krachtmeter een veer zit.

Waarom gebruiken we een veer om de kracht te meten?

Als je het antwoord op deze vraag nog niet weet is dat niet erg. Je gaat namelijk een paar proeven doen om het juiste antwoord te vinden. Wanneer je denkt dat je het antwoord wel weet, vul het dan in. Dan kun je na de proeven kontroleren of het antwoord juist was.

2

Uitrekking van een stalen veer.

Hang een stalen veer aan een statief.

Hang aan de veer een massa van 10 gram.

De belasting van de veer is nu N.

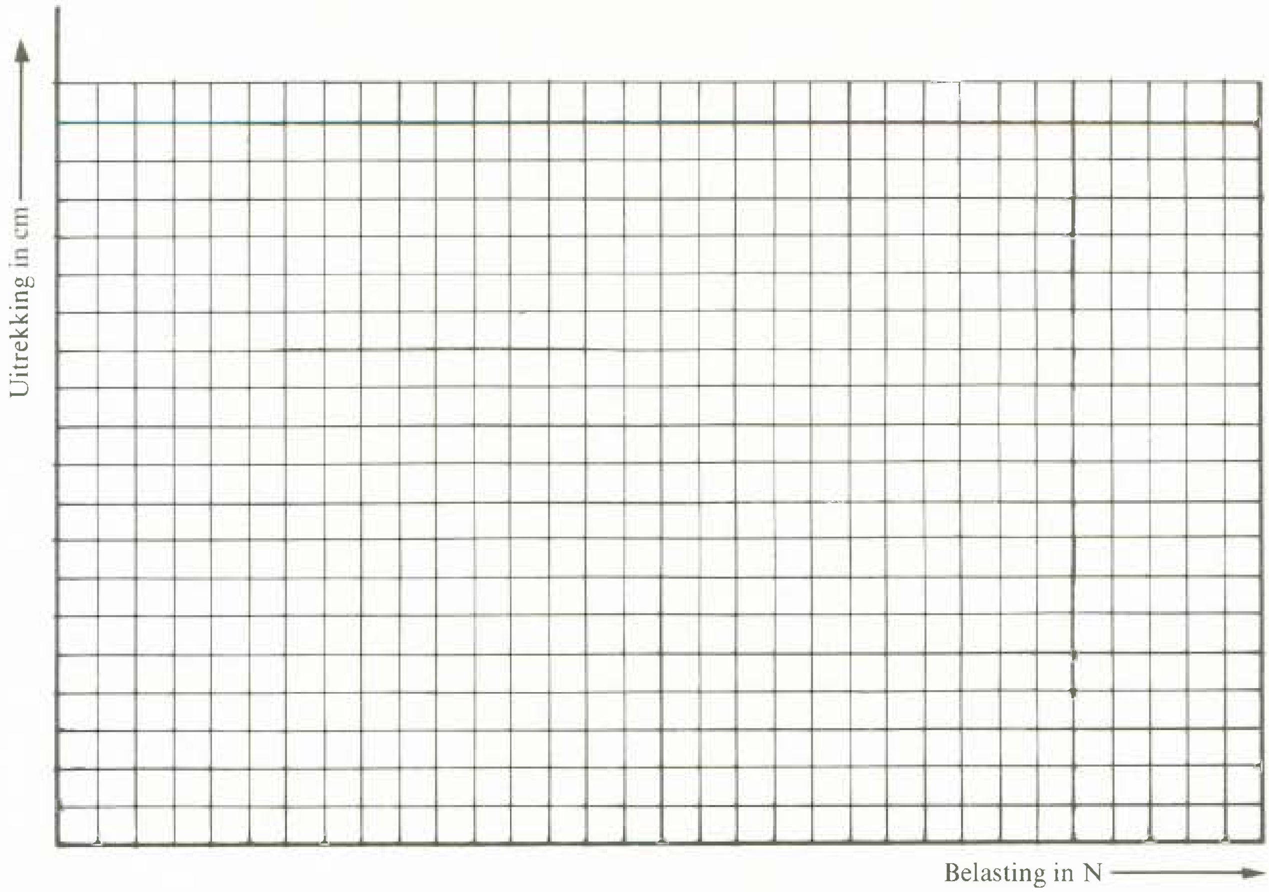
Meet met je meetlat of meetlint hoever de veer is uitgerekt. Noteer je meetwaarden in de tabel. Vergroot de belasting door er telkens 10 gram bij te hangen. Meet steeds de uitrekking. Ga zo door tot je ongeveer 10 getallenparen hebt.

Belasting in N	Uitrekking in cm

3

De relatie tussen uitrekking en belasting bij een stalen veer.

Misschien kun je uit de tabel al een relatie aflezen. Een grafiek is echter geschikter om de relatie te vinden. Maak daarom van je meetresultaten een grafiek in het getekende assenstelsel.

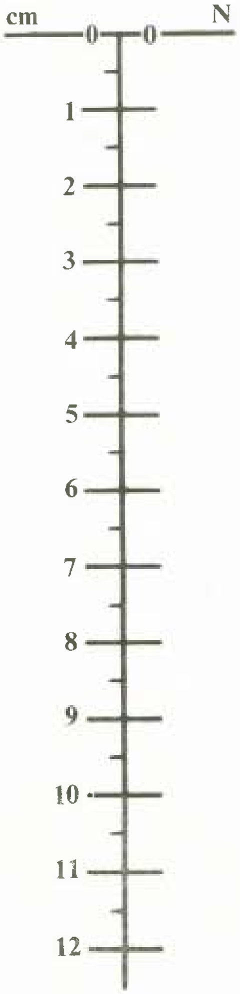


Beantwoord nu de volgende vragen.
Welke relatie bestaat er volgens de grafiek tussen de uitrekking en de belasting van een stalen veer?

Hoeveel newton heb je nodig om de veer 1 cm uit te rekken? ______ N.

4
De stalen veer in een krachtmeter.

Hiernaast zie je een tekening met een lengteschaal in cm en een krachtschaal in newton. Gebruik de gegevens uit je grafiek om zelf de lege schaal in te vullen in newton. Je kunt het beste ronde waarden invullen zoals 0,2 en 0,4 en 0,6 enzovoorts of 0,5 en 1,0 en 1,5 enzovoorts.
Let er wel goed op dat je de streepjes op de goede hoogte zet tegenover de centimeterschaal. Wat valt je op aan de afstanden tussen de streepjes op de newtonschaal?



5
Konklusies die je zelf kunt trekken.

Zou je de krachtmeter kunnen vervangen door de stalen veer?

Wat zou je moeten doen om deze stalen veer als krachtmeter te kunnen gebruiken?

In blok 1 heb je de relatie tussen de belasting en de uitrekking van een stuk elastiek bepaald. Zou je de krachtmeterveer door een stuk elastiek kunnen vervangen?

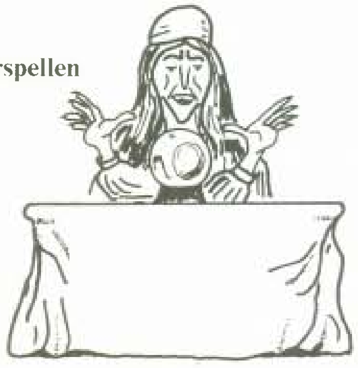
Stel dat je de krachtmeterveer door een stuk elastiek zou vervangen, wat zou je dan allemaal moeten doen om de krachtmeter te kunnen gebruiken?

Probeer nu het antwoord te geven op de vraag 'Waarom gebruiken we een veer om de kracht te meten?'

Krachten bij veranderingen en evenwichten

1
Waarom onderzoeken we de oorzaak van een verandering?'
Alles om ons heen verandert. Maar toch: 'er is niets nieuws onder de 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. We gaan er van uit dat een zelfde oorzaak steeds een zelfde gevolg heeft, tenminste onder dezelfde omstandigheden.
Het is belangrijk om de oorzaak van een verandering 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.

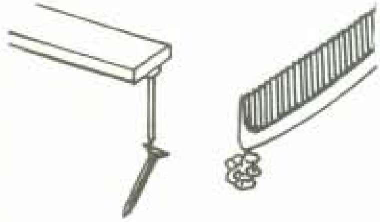
Voorspellen



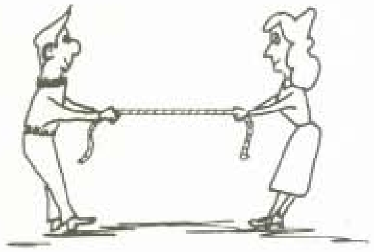
Ik zie . . . ik zie . . .

2
Krachten als oorzaak van een verandering.
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, als het tenminste niet te glad is, en daar ga je. Je moet daarbij je evenwicht bewaren anders val je en dat kan hard aankomen want 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 wilt 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 en opwaartse kracht**.

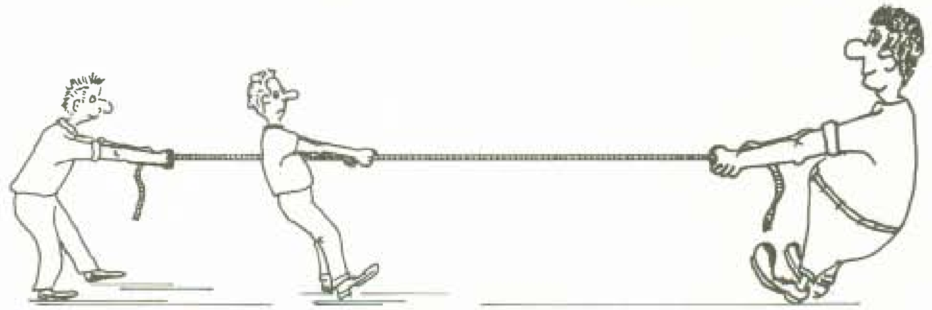
Soorten krachten



3
Evenwicht.
We zagen dat krachten gebruikt kunnen worden om voorwerpen te verplaatsen of van beweging te veranderen. Als er geen kracht werkt blijft een voorwerp op zijn plaats of het houdt dezelfde beweging.
Als er wel krachten op een voorwerp werken, kan zó'n voorwerp toch op zijn plaats blijven. In de tekening hiernaast zie je twee personen touwtrekken. De man trekt naar links. De vrouw trekt met een even grote kracht naar rechts. Het touw blijft op zijn plaats. We zeggen dat de krachten op het touw in evenwicht zijn.

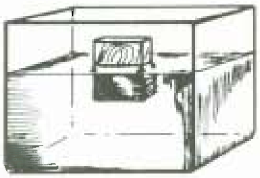


In de situatie die hieronder is getekend lukt het de twee mannen samen aan de ene kant niet om de derde man naar zich toe te trekken. Het touw blijft daarbij op zijn plaats.
De kracht die de twee mannen samen naar links uitoefenen is in evenwicht met de kracht naar rechts van de derde man.



Ook in de volgende situaties zijn krachten met elkaar in evenwicht.

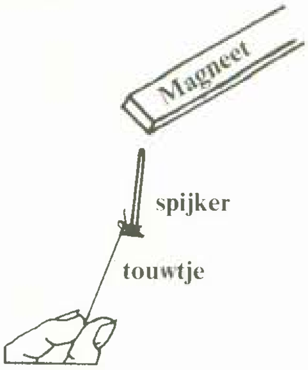
Een blokje hout dat op het water drijft



Opwaartse kracht in evenwicht met de zwaartekracht

Een stapel zware boeken op een tafeltje

Veerkracht in evenwicht met de zwaartekracht



Magnetische kracht in evenwicht met de zwaartekracht en de spankracht in het touw samen

Bij bewegende voorwerpen kan er toch evenwicht zijn tussen de krachten die er op werken. Een regendruppel valt met steeds dezelfde snelheid naar beneden, een parachutist ook. In deze situaties is de zwaartekracht in evenwicht met de wrijvingskracht. De beweging van de regendruppel en van de parachutist verandert dan niet.

De krachten op een voorwerp zijn in evenwicht, als ze elkaars werking opheffen. Het voorwerp kan dan op zijn plaats blijven of steeds dezelfde beweging houden.

Blok 2 | Theorie 2

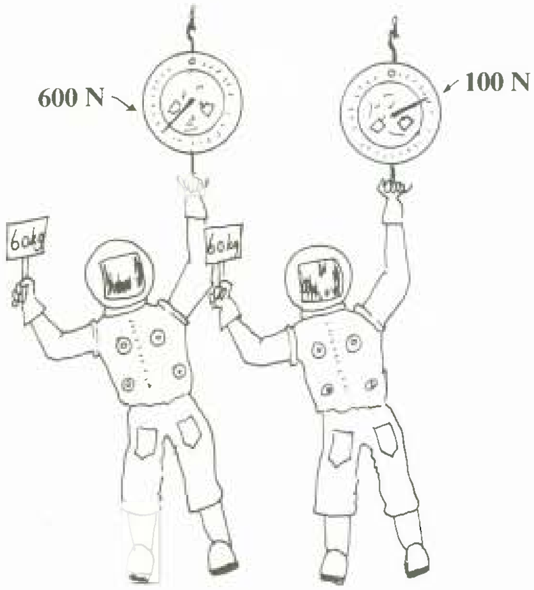
Krachtmeting

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 het meten een grootheid vergelijken met zijn standaardmaat, de eenheid. Kracht is ook een grootheid. 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).
We kunnen het ook als volgt onthouden. Een voorwerp van 100 gram ondervindt een zwaartekracht van 1 newton (op aarde.).

2
Gewicht en massa.
Als we iets dragen voelen we het **gewicht** van het voorwerp. Gewicht is dus een soort kracht. We moeten het gewicht dus uitdrukken in de eenheid van kracht, de newton (N). Als we het hebben over dragen moeten we wel letten op de zwaartekracht. Op de maan is de zwaartekracht kleiner dan op de aarde. Ruimtevaarders voelen dat, doordat het gewicht van een voorwerp op de maan kleiner is dan op de aarde. Het gewicht wordt dus kleiner als de zwaartekracht kleiner wordt. Ook ons eigen gewicht is op de maan kleiner dan op de aarde. Als iemand op aarde een gewicht heeft van 600 newton, dan heeft hij op de maan maar een gewicht van 100 newton. Die persoon heeft op aarde een massa van 60 kg. Maar ook op de maan is zijn massa 60 kg, want de massa van een voorwerp verandert niet.
Als we spreken over het **gewicht** van een voorwerp, dan bedoelen we: **de kracht waarmee dat voorwerp aan bijv. een touw of veer trekt, of waarmee het bijv. op een tafel of op de grond duwt.**



op aarde **op de maan**

Het Engelse woord voor kracht is force. In de natuurkunde gebruikt men de beginletter van force (F) als symbool om een kracht aan te duiden.

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.

4
Gewichtsloos.
Hangen we een voorwerp aan een krachtmeter, dan kunnen we het gewicht van dat voorwerp aflezen in newton. Laten we de krachtmeter met het voorwerp vallen, dan zien we dat het vallende voorwerp gewichtsloos is. Als de zwaartekracht wordt gebruikt om het voorwerp te laten vallen, kan de zwaartekracht het voorwerp geen gewicht meer geven.

Blok 2 | Theorie 3

De hefboom

1
In het dagelijks leven gebruiken we vele hulpmiddelen, waarmee krachten uitgeoefend kunnen worden.
Voorbeelden hiervan zijn de wip, de balans, de koevoet, de pedalen van een fiets, een schaar, en een katrol. Al deze hulpmiddelen zijn voorbeelden van een hefboom.

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 de stortbak van een w.c.
De verklaring van het woord hefboom is te vinden in de werking van een paal waarmee een zwaar voorwerp kan worden opgevijzeld. (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.


Hefboom

Bij elke hefboom kan men een paar belangrijke plaatsen aanwijzen:
1 de plaats van het draaipunt;
2 de plaatsen waar de krachten worden uitgeoefend.

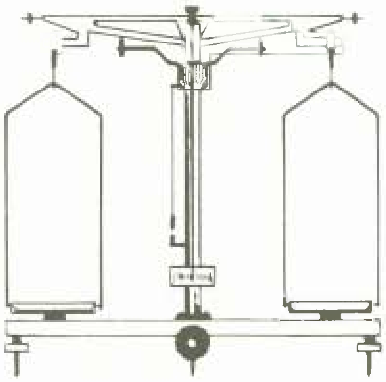
De afstand van de plaats waar de kracht wordt uitgeoefend tot het draaipunt heet de arm.

2

De gelijkarmige hefboom.

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

de wip



balans

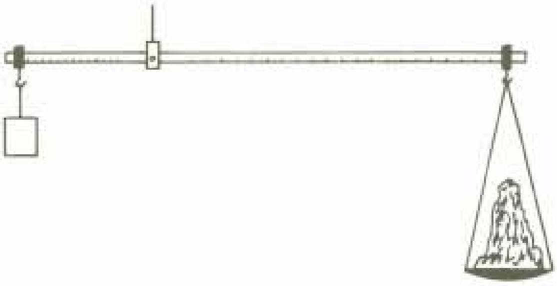
Een gelijkarmige hefboom is in evenwicht als de krachten aan beide uiteinden even groot zijn.

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:

De koevoet



De ongelijkarmige balans

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. Hij plaatst het schaaltje met de te wegen stof aan een lange arm en maakt evenwicht met een aantal gram aan een korte 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

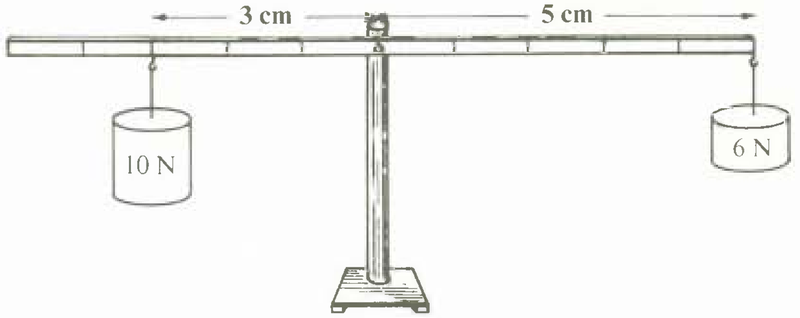
De hefboomregel.

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

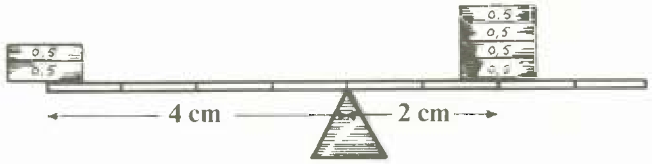
We maken dan gebruik van de **hefboomregel:**

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

Voorbeelden:



10 N × 3 cm = 6 N × 5 cm

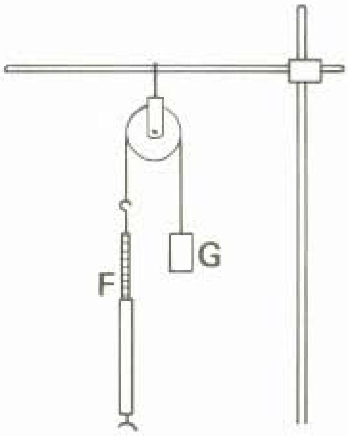


1 N × 4 cm = 2 N × 2 cm (Blokjes van 0,5 N)

Katrollen

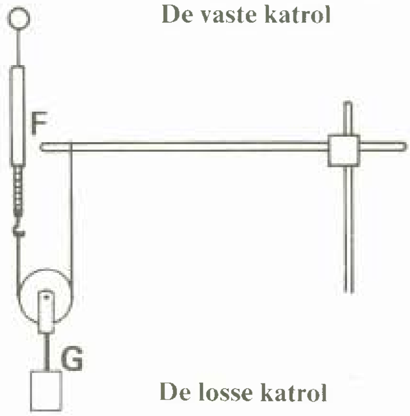
In de techniek is het uitoefenen van een kracht één van de meest voorkomende zaken. Vaak wordt de kracht zo geleverd dat deze niet rechtstreeks kan worden gebruikt. Het heiblok van een heistelling kan niet zomaar door de motor omhoog worden gebracht. Hulpmiddelen die men daarbij gebruikt zijn palen, touwen en katrollen.

In P4 hebben we kennis gemaakt met de katrol als zo'n hulpmiddel. We bekeken eerst de **vaste katrol**.
Om een voorwerp omhoog te hijsen zonder katrol moeten we een kracht omhoog uitoefenen. Met katrol trekken we juist naar beneden.
Bij de vaste katrol blijft de grootte van de kracht die we moeten uitoefenen gelijk. De richting ervan verandert.



De vaste katrol

Toen we de **losse katrol** onderzochten bleek dat de kracht maar de helft van het gewicht hoefde te zijn. We kunnen dit begrijpen door te kijken naar het aantal touwen waarover het gewicht wordt verdeeld. Bij de losse katrol zijn er twee touwen. Elk touw draagt de helft van het gewicht. Voor deze winst aan kracht moesten we wel twee keer zoveel touw innemen.
In de natuurkunde noemen we dit de **gulden regel:**
bij gebruik van werktuigen zal wat we winnen aan kracht, weer verloren gaan aan afstand.



De losse katrol

Het nadeel van de losse katrol is dat de richting van de kracht niet verandert. We kunnen dan geen gebruik maken van ons gewicht om een voorwerp op te hijsen. Dit nadeel wordt opgeheven als we een vaste en een losse katrol kombineren tot een **takel**. Bij een takel zorgt de losse katrol er voor dat de kracht kleiner wordt, de vaste katrol draait de richting van de kracht om. De takel die hiernaast is getekend bestaat uit drie vaste en drie losse katrollen. Het gewicht is verdeeld over zes touwen. Elke touw draagt één zesde deel van het gewicht, dus ook het touw waar wij aan trekken. Om het voorwerp 5 meter op te hijsen moeten we 30 meter touw innemen. Dit vertelt de gulden regel ons.


De takel

Konklusie:
Bij het inschakelen van krachtbronnen zoals motoren, windkracht en spierkracht gebruiken we hulpmiddelen.
Het doel van deze hulpmiddelen is meestal:
a het veranderen van de grootte van de kracht;
b het veranderen van de richting waarin de kracht werkt.

De relatie tussen uitrekking en belasting

1

Uitrekking en belasting bij een veer en een elastiek.

In P 5 hebben we gezien dat we in een krachtmeter een stalen veer gebruiken om de kracht te meten. Zo'n stalen veer geeft bij een bepaalde belasting steeds een vaste uitrekking. Ook een elastiek geeft bij een bepaalde belasting een vaste uitrekking. Toch zouden we de veer in een krachtmeter niet door een elastiek kunnen vervangen. De schaalverdeling klopt dan niet meer. 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 newton nodig is voor 1 cm uitrekking. Als we dat weten, kunnen we voorspellen welke uitrekking we krijgen bij een andere belasting.
Bij een elastiek moeten we daartoe eerst alle uitrekkingen en bijbehorende belastingen hebben gemeten. Zowel bij de veer als bij het elastiek is er een relatie tussen uitrekking en belasting. Dat wil zeggen dat bij elke belasting een bepaalde uitrekking hoort. Deze relatie is bij de veer anders dan bij het elastiek.

2

Elastische 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 belasting van een veer 2 × zo groot wordt, de uitrekking ook 2× zo groot wordt. We zouden hetzelfde kunnen zeggen voor 3×, 4×, 5× zo groot.
We kunnen ook zeggen 'zo klein' in plaats van 'zo groot'.
In de natuurkunde noemen we dit soort uitrekking: **elastische uitrekking.**
Dit betekent dus dat een elastiek **niet** elastisch uitrekt.
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 belasting F van een veer n × zo groot wordt gemaakt, dan zal de uitrekking ook n × zo groot worden.

3

Rechtevenredigheid.

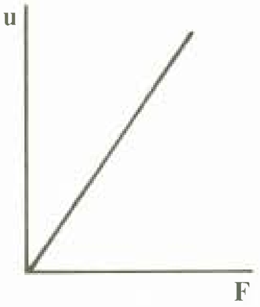
Een relatie zoals de wet van Hooke, wordt in de wiskunde een **rechtevenredigheid** genoemd.
Als twee grootheden A en B rechtevenredig met elkaar zijn dan betekent dat steeds:
Als A n × zo groot (of klein) wordt, zal B ook n × zo groot (of klein) worden.

De grafiek van een rechtevenredigheid is steeds een rechte lijn door het nulpunt van het assenstelsel. De wet van Hooke kunnen we dus ook als volgt opschrijven.
Bij een stalen veer is de uitrekking rechtevenredig met de belasting.

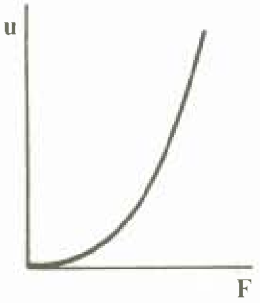
4

De veerkonstante.

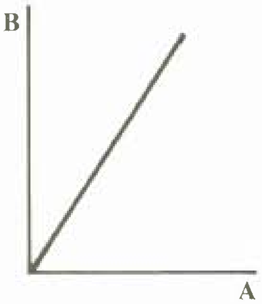
In P 5 hebben we gezien dat verschillende stalen veren weliswaar elastisch uitrekken, maar dat de ene veer slapper of stugger is dan de andere. Hoe stug een veer is kunnen we aangeven door te vertellen hoeveel newton nodig is om de veer 1 cm uit te rekken. Een veer die 5 N nodig heeft voor 1 cm uitrekking is stugger dan een veer die 1 N nodig heeft voor 1 cm uitrekking. De veer is echter slapper dan een veer die 10 N nodig heeft voor 1 cm uitrekking. Het aantal newton dat nodig is voor 1 cm uitrekking zegt ons bovendien hoeveel newton nodig is voor elke cm uitrekking.
Bijvoorbeeld de veer die 5 N nodig had voor 1 cm uitrekking heeft 10 N nodig voor 2 cm uitrekking en heeft 2,5 N nodig voor 0,5 cm uitrekking. Met de rechtevenredigheid kunnen we dus inderdaad voorspellen. We hoeven van een veer alleen maar te weten hoeveel newton nodig is voor 1 cm uitrekking. We noemen dit de **veerkonstante.**
De veerkonstante is dus een maat voor de stugheid van de veer.



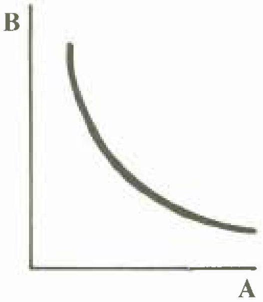
Veer



Elastiek



Rechtevenredig



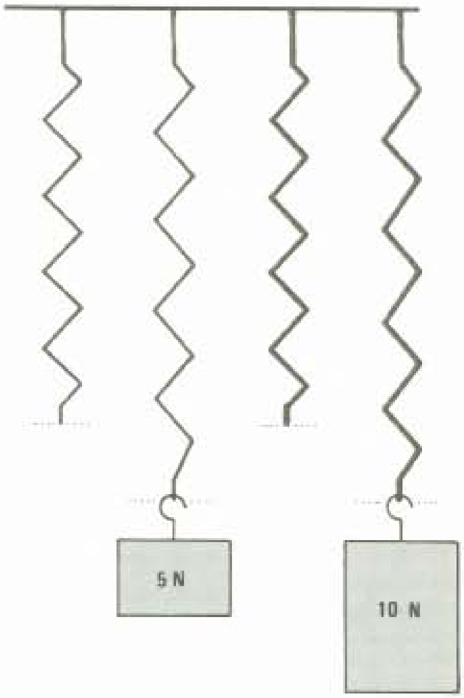
Omgekeerd evenredig

Naast de rechtevenredigheid kennen we ook de omgekeerd evenredigheid. Als grootheid A omgekeerd evenredig is met grootheid B wil dat zeggen: Als A n × zo groot wordt, zal B n × zo klein worden. Voorbeelden van omgekeerd evenredigheden zijn de gulden regel en de hefboomregel. Als we bij de hefboom de arm n× zo groot maken, moet de kracht n× zo klein worden om evenwicht te houden. We kunnen ook de kracht n× zo groot maken, maar dan moeten we de arm n× zo klein maken. De grafiek van een omgekeerd evenredigheid is moeilijk herkenbaar. Het is een bepaalde kromme lijn, die we hyperbool noemen.

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

Is de veerkonstante bijvoorbeeld 2 N per cm dan wil dat zeggen dat de veer 1 cm uitrekt als we hem met 2 N belasten.

5
Vormverandering door een kracht.
In T 1 hebben we gezien dat we met een kracht de plaats of beweging van een voorwerp kunnen veranderen. We weten nu ook dat we met een kracht de vorm van een voorwerp kunnen veranderen.



Krachten bij veranderingen en evenwichten

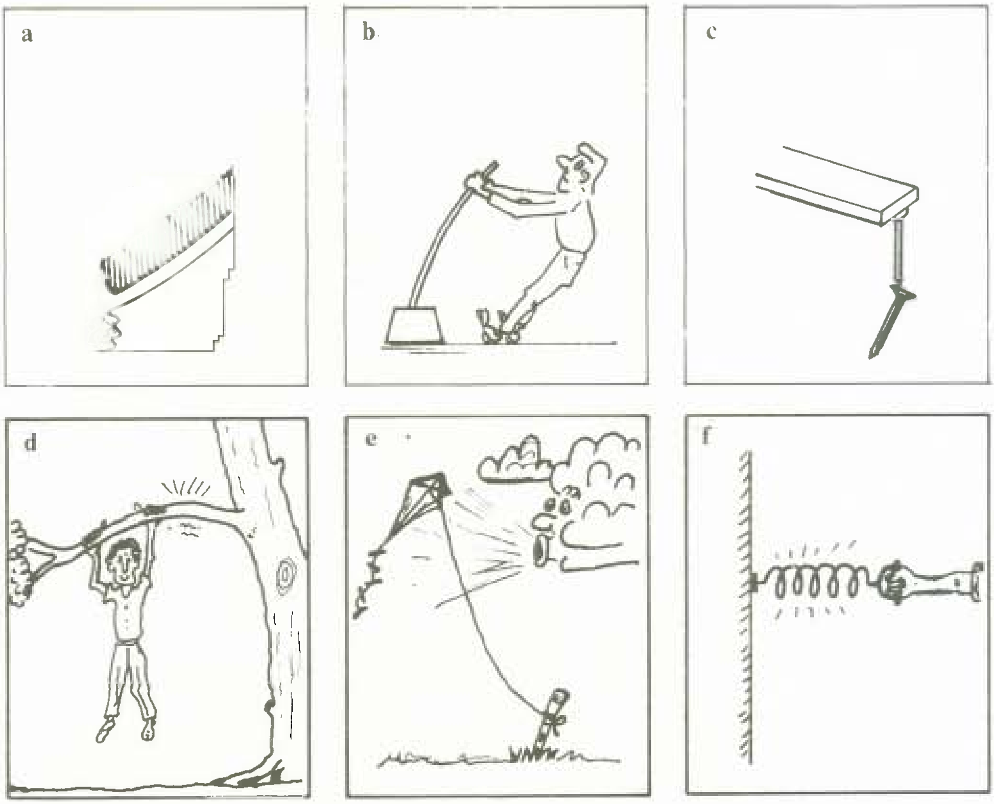
1
Je bent in een zwembad. Je duikt met een mooie boog vanaf de hoogste plank en je zwemt naar de kant. Noem de krachten die dan aan het werk zijn. (op dezelfde manier als bij het voorbeeld van de wandelaar in T1.)

2
a Waaruit blijkt dat zwaartekracht een ander soort kracht is dan magnetische kracht?
b Waaruit blijkt dat elektrische kracht een ander soort kracht is dan magnetische kracht?
c Welke soorten aantrekkingskrachten zijn er?
d Zijn er ook afstotingskrachten?

3
a 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?
b Waarom moet je een grotere spierkracht laten werken als je een helling op fietst?
c En waarom als je tegenwind hebt?

4
Als op een voorwerp een kracht werkt, verandert het voorwerp van __________
of van __________

5
Welke krachten zijn in de volgende situaties met elkaar in evenwicht? Schrijf ook van elke kracht de richting op.



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

Blok 2 | Werkblad 2

Krachtmeting

1
Een krachtmeter wordt vaak gebruikt om de massa van een voorwerp te bepalen. Denk maar eens aan de personenweegschaal.
a Een personenweegschaal werkt met een veer. Bekijk hem eens goed, want eigenlijk is er iets fout aan de personenweegschaal. Wat?
b Een personenweegschaal is op de maan onbruikbaar. Hoe komt dat?

2
Waarom moet je 'op de aarde' erbij zeggen in de zin: 'op de aarde is de zwaartekracht op een voorwerp van 1 kg gelijk aan 10 N'?'

Ga op de weegschaal staan en lees af hoe groot je massa is.
Bereken nu je gewicht in newton.
Verandert je gewicht als je op één been gaat staan?
En als je op je hurken gaat zitten?
Als je op je hurken zit en je gaat ineens staan, wat zie je dan?
Ga na wat de kleinste aanwijzing van de weegschaal is en wat de grootste, als je die bewegingen maakt. Kun je gewichtloos zijn? Bereken hieruit wat je kleinste gewicht en wat je grootste gewicht was (in newton!)

3
Wat meet je met een brievenweger en wat met een keukenweegschaal?

Vraag 4

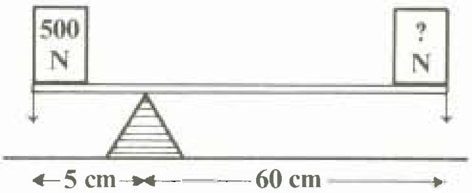
4
Het PTT-tarief voor de verzending van postpakketten is (per 1 april 1976):
0 – 1 kg: ƒ 5,–
1 – 2 kg: ƒ 6,–
2 – 3 kg: ƒ 7,–
Ik wil een aantal ballonnetjes versturen die omhoog gaan als je ze loslaat.
Hoeveel moet ik betalen?
Heeft zo'n ballon gewicht? En heeft hij massa?

5
Een voorwerp hangt vrij in de lucht aan een krachtmeter. De krachtmeter staat op 6,3 N. De massa van het voorwerp is dan?

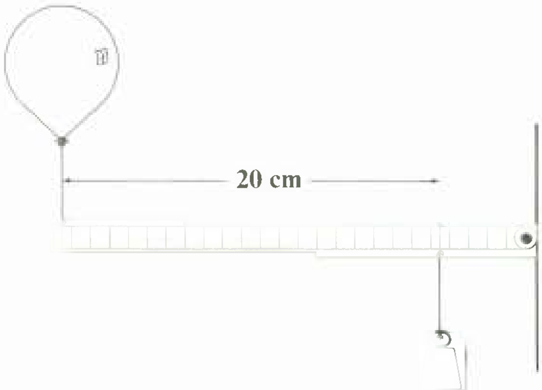
Blok 2 | Werkblad 3

De hefboom

1
Hoe groot is de kracht die moet worden uitgeoefend om de plank in evenwicht te houden?



2
In de onderstaande evenwichtssituatie is de plank 25 cm lang.

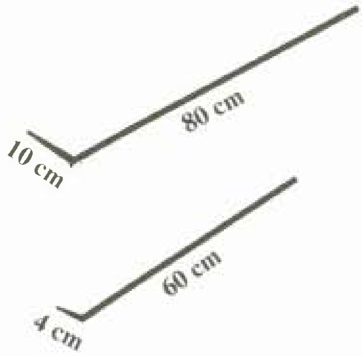


Hoe groot is de arm van de kracht die bij het ballonnetje hoort?

Hoe groot is de arm van het gewichtje?

3
Waarvoor gebruik je een koevoet?
Hoe werkt een koevoet?

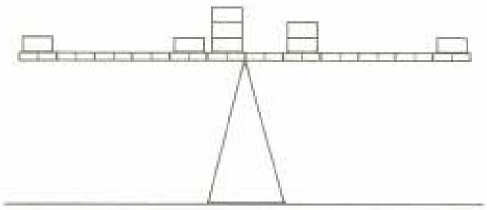
4
Bij welke van de twee koevoeten moet je de kleinste kracht uitoefenen om een zelfde voorwerp op te tillen?



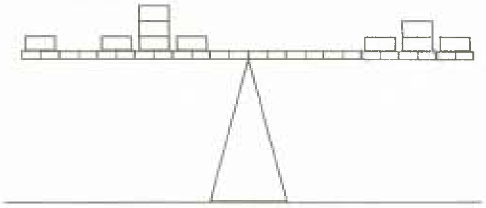
5
Kun je werktuigen zoals nijptangen, kniptangen, deurkrukken en scharen vergelijken met een koevoet? Zo ja, wat hebben ze dan gemeen?
Waar moet je een kniptang vasthouden als je er een zo groot mogelijke kracht mee wilt uitoefenen?

6
Zijn de krachten die op de wip werken in evenwicht met elkaar.

Situatie 1

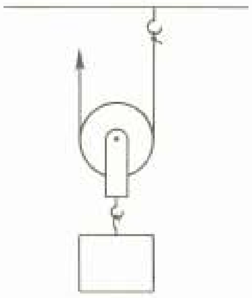


Situatie 2



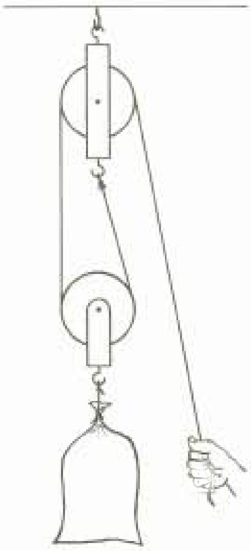
Katrollen

1
Aan een losse katrol van 2 kg hangt een voorwerp van 10 kg.



a Hoe groot is de kracht waarmee we het voorwerp op moeten hijsen?
b Het voorwerp moet 8 meter omhoog. Hoeveel touw moet je dan innemen?

2
De losse katrol van de onderstaande takel heeft een massa van 3 kg.

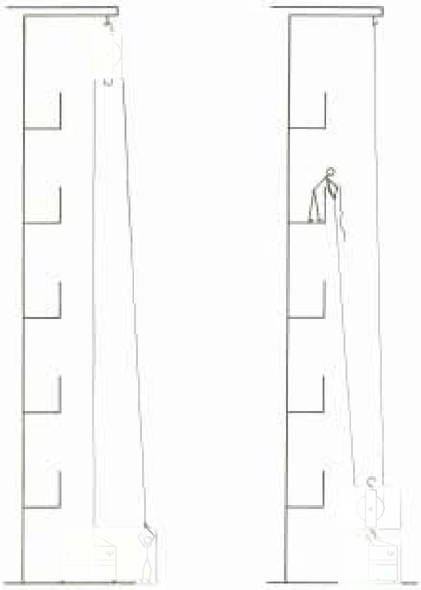


a Hoe groot moet de kracht zijn om een zak aardappelen van 25 kg op te hijsen?
b Verandert de richting van de kracht?
c De zak wordt 7 meter opgehesen. Hoeveel touw moet men innemen?

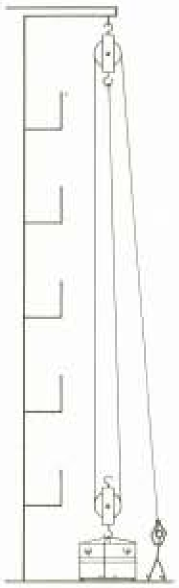
3
Leg aan de hand van de gulden regel het voordeel en nadeel van een autokrik uit.

4
Je fietst op een vlakke weg en schakelt over op een kleinere versnelling. Je wint aan kracht. Hoe komt het verlies tot uitdrukking?

5
Een piano van 150 kg moet naar de derde etage van een flat worden getakeld. De man is zelf 80 kg. Hij kan met zijn armen 60 kg optillen. Hij heeft de beschikking over een lang touw en twee katrollen van elk 5 kg. Aan het dak van de flat zit een balk met een haak.
a De man bevestigt één katrol aan de balk.



Kan de man de piano ophijsen?
b Hij bevestigt één eind van het touw aan de balk.
Het andere eind slaat hij aan de katrol waaraan de piano hangt. Hij gaat op de vierde verdieping staan.
Krijgt hij de piano omhoog?
c De man gebruikt de twee katrollen als takel en gaat zelf beneden staan.

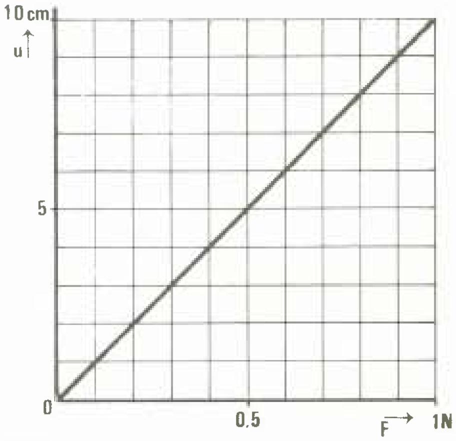


Krijgt hij de piano omhoog?

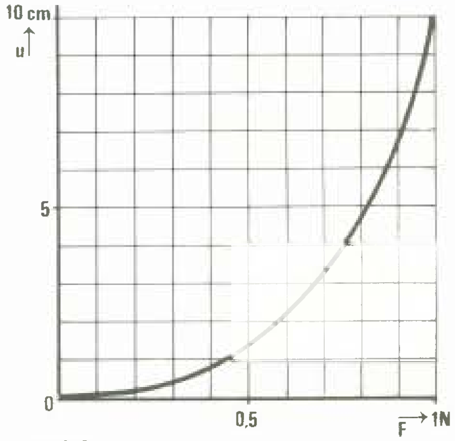
De relatie tussen uitrekking en belasting

1
Een veer wordt belast met een kracht van 3 N. De veer rekt daardoor 2 cm uit. Ook aan een stuk elastiek moet men met een kracht van 3 N trekken om eenzelfde uitrekking te krijgen.
Wat weet je van de uitrekking van de veer en van het elastiek als je aan beide met een kracht van 6 N trekt?

2
Je ziet hieronder twee grafieken van de relatie tussen uitrekking en belasting.

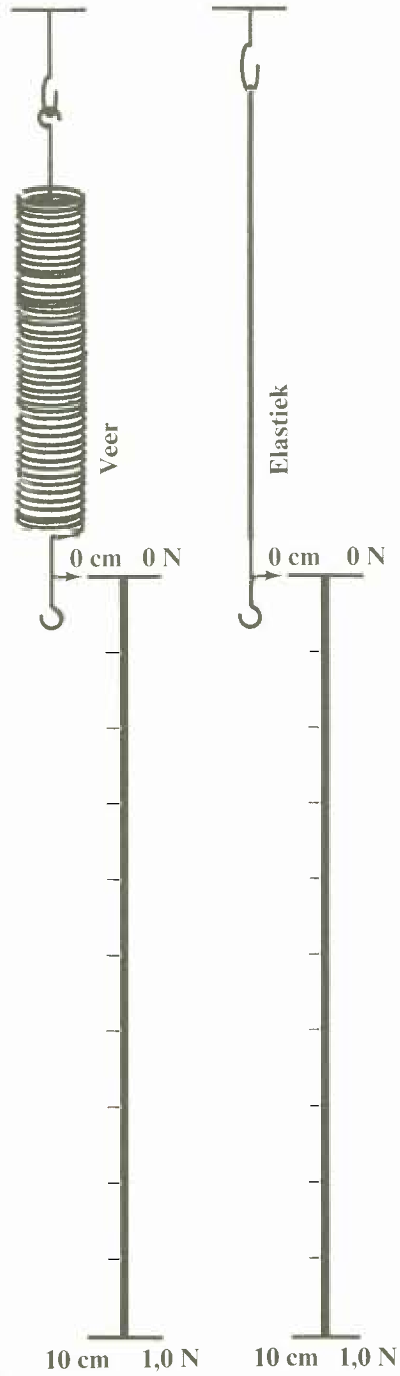


Veer

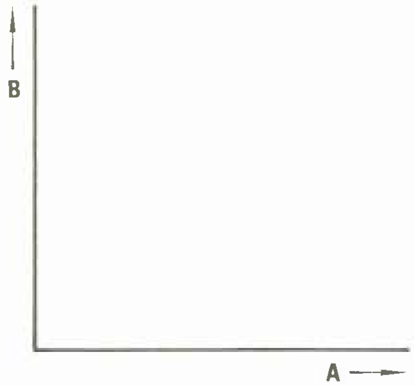


Elastiek

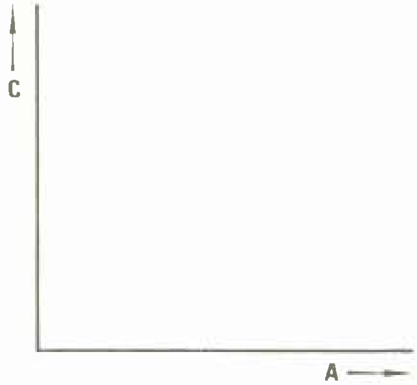
Zowel de veer als het elastiek willen we gebruiken voor een krachtmeter. Maak voor beide een schaalverdeling die loopt van 0 N, 0,1 N, 0,2 N . . . tot 1,0 N.



3
Grootheid B heeft een relatie met grootheid A.



Grootheid C heeft ook een relatie met grootheid A.



De relatie tussen A en B is recht evenredig. De relatie tussen A en C is niet evenredig.
a Schets in de assenstelsels de bijbehorende grafiek.
b Wat kun je zeggen over B en C grootheid als A 5 keer zo klein wordt?

4
Een veer heeft een veerkonstante van 8 N per cm.
Wat betekent deze uitspraak?

5
Een veer heeft veerkonstante 5 N per cm.
a Maak in een assenstelsel de grafiek die de uitrekking bij verschillende belastingen weergeeft. De kracht moet tot 20 N worden uitgezet.
b Beredeneer hoe groot de uitrekking is bij een belasting van 17,5 N.
c Ga in grafiek na of jouw redenering het juiste antwoord opleverde.
d Beredeneer welke kracht nodig is om de veer 2,5 cm uit te rekken.
e Kontroleer weer met de grafiek of het antwoord juist was.

6
We nemen een veer met een veerkonstante van 10 N per cm. We knippen de veer in twee precies gelijke stukken.
a Hoeveel cm rekte de oorspronkelijke veer uit bij een belasting van 10 N?
b Is zo'n halve veer stugger of slapper dan de oorspronkelijke veer?
c Hoeveel rekt een halve veer uit als we er 10 N aan hangen?
d Hoe groot is zo'n veerkonstante van een halve veer?

7
In T 5 heb je gezien dat een stalen veer van vorm verandert als je er een kracht op uitoefent. Noem zelf een paar voorbeelden waarbij een voorwerp van vorm verandert omdat er een kracht op werkt.

Krachten bij veranderingen en evenwichten

Veranderingen.
Probeer bij de onderstaande voorbeelden de volgende vragen te beantwoorden.
a Verandert de plaats, de snelheid of de richting?
b Welke kracht is de oorzaak van de verandering?

Voorbeelden.

1
Een appel hangt aan een boom;
hij valt naar beneden.

2
Een voetbal rolt naar de muur;
hij komt weer terugrollen.

3
Iemand draait aan het stuur;
de auto gaat de bocht om.

4
Er wordt een bal gegooid;
iemand vangt hem op.

5
Iemand pakt een kompas;
de naald richt zich naar het noorden.

6
Twee gewichten hangen aan een klok;
ze zakken naar beneden.

7
Een knikker rolt over een tapijt;
hij komt tot stilstand.

8
Een pingpongballetje is onder water;
het springt omhoog.

9
Iemand heeft een wekker opgewonden;
de wijzers bewegen.

10
De deur staat open;
iemand doet hem dicht.

Evenwichten
Ga in de volgende voorbeelden na of het voorwerp in evenwicht is. Zo ja, schrijf dan op welke krachten met elkaar in evenwicht zijn. Schrijf ook op hoe de richting van elke kracht is.

Voorbeelden.

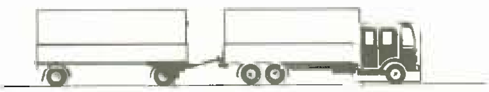
11
Een gewichtheffer houdt 125 kg boven zijn hoofd.

12
Een kist wordt aan een touw met konstante snelheid omhoog getrokken.

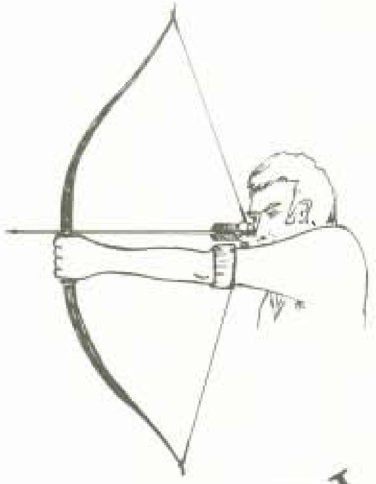
13
Een auto trekt op.

14
Een auto rijdt op topsnelheid.

15



16

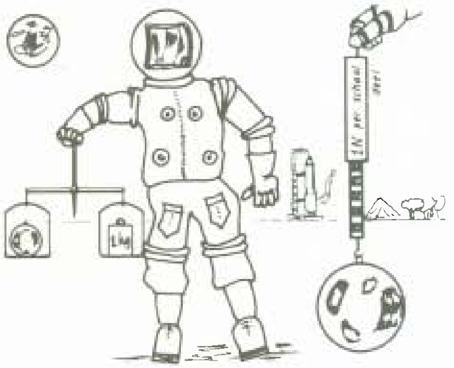


17

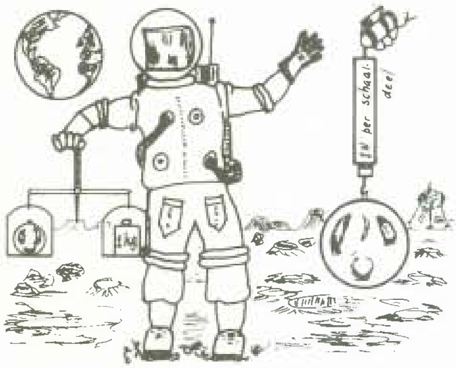
Gewicht.
Zoek in T2 nog eens op hoe je het gewicht van een voorwerp kunt bepalen.

18
a Een krachtmeter waaraan een voorwerp hangt, trek je met een ruk omhoog.
Is het gewicht dan groter, kleiner of even groot als wanneer je de krachtmeter stil houdt.
b Wat wijst de krachtmeter aan als je hem met het voorwerp eraan loslaat?
Hoe groot is dan het gewicht?
c Denk je dat de massa van het voorwerp verandert bij deze proeven?

19
Een astronaut doet een aantal proeven. Hij neemt een balans, een metalen bol, een standaardkilogram en een krachtmeter. Eerst bepaalt hij op de aarde de massa en het gewicht van de bol.
Op de aarde:
massa bol = ________ g.
gewicht bol = ________ N.



Daarna neemt hij de spullen mee naar de maan en doet de proeven daar nog eens.
Op de maan:
massa bol = ________ g.
gewicht bol = ________ N.



Wat veranderde er door zijn uitstapje naar de maan?

20
Van een aantal voorwerpen is het gewicht bekend. Bereken de massa van die voorwerpen.

Voorwerp	Gewicht	Massa
schotel	1,7 N	g
pan	5,7 N	kg
schaar	0,55 N	g
geodriehoek	0,12 N	kg
blok ijzer	10 N	kg

21
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
zak rijst	2,5 kg	N
auto	1120 kg	N

Hefbomen

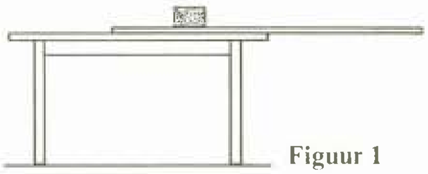
Dat je dit herhaalblad moet doen, betekent dat je nog niet goed met de hefboomregel kunt werken. Het kan ook zijn, dat je bij voorbeelden van hefbomen niet kunt aanwijzen waar het draaipunt zit of wat de arm is.

1
Schrijf eens op wat men verstaat onder een hefboom.

2
Op elke hefboom zitten twee belangrijke plaatsen.
Welke?

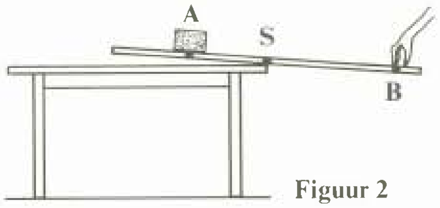
Het draaipunt van een hefboom is het punt waar de rest van het werktuig om draait bij gebruik. Vaak is dat het punt waar de hefboom wordt ondersteund.

Voorbeeld
Een plank ligt met één helft op een tafel. Op het deel dat op de tafel ligt, heeft men een steen gezet. Zie figuur 1.



Figuur 1

Het rechter uiteinde wordt door een meisje omlaag geduwd, zie figuur 2.



Figuur 2

De plank is nu een stukje gekanteld om het draaipunt. Dit is tevens nog het enige punt waar de plank wordt ondersteund.

De andere belangrijke plaatsen zijn de punten waar de krachten worden uitgeoefend.
Bij figuur 2 zijn twee krachten met elkaar in evenwicht. Het gewicht in punt A links van het draaipunt S is in evenwicht met de kracht in punt B rechts van het draaipunt.

Bij de hefboom moet je altijd de afstand van het draaipunt tot het punt van de kracht weten. Deze belangrijke afstand noemt men de arm van de kracht.
Bij figuur 2 is de afstand tussen A en S de arm van het gewicht. De afstand tussen B en S is de arm van de kracht die het meisje uitoefent.

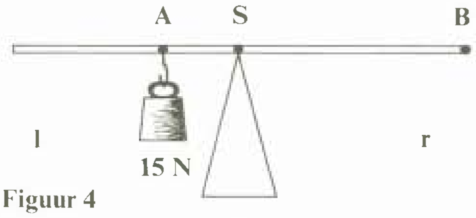
3
Het meisje tilt de plank nu een stukje op aan het rechter uiteinde. Zie figuur 3.

Geef de plaats van het draaipunt aan met de letter S, de plaats van het gewicht met de letter A en de plaats van de kracht die het meisje uitoefent met de letter B.
Wat is de arm van het gewicht? En van de spierkracht?

4
Als de krachten die op een hefboom werken evenwicht maken, dan geldt de hefboomregel.
Schrijf de hefboomregel op.

Steeds moet je de kracht en de bijbehorende arm met elkaar vermenigvuldigen.

Voorbeeld
Op verschillende plaatsen van een wip kunnen voorwerpen worden gehangen.
We bekijken de situatie van figuur 4.



Figuur 4

Aan de linkerkant van het draaipunt werkt een kracht van 15 N.
We willen evenwicht maken met een kracht die in punt B werkt. Om de grootte van die kracht uit te rekenen moeten we eerst de lengte van de bijbehorende armen kennen.
Van A tot S is 5 cm.
Van B tot S is 15 cm.

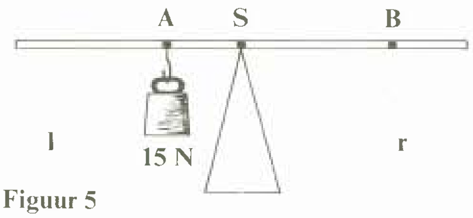
$(F \times arm)_l = (F \times arm)_r$

$15\ N \times 5\ cm = F \times 15\ cm$

$75 = F \times 15$

Dus $F = \frac{75}{15}\ N = 5\ N$.

5

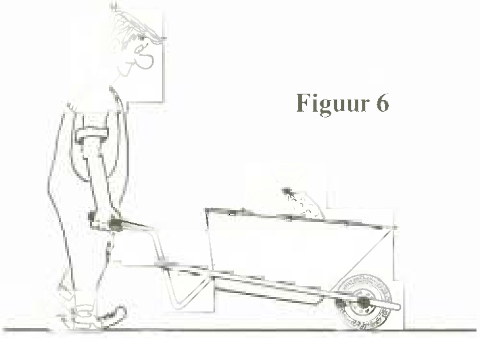


Figuur 5

a Hoe groot moet de kracht zijn in punt B als er evenwicht is?
Van A tot S is 5 cm.
Van B tot S is 10 cm.
b En hoe groot als de afstand van B tot S 2,5 cm wordt.

6

De kruiwagen die hieronder is getekend kun je ook opvatten als een hefboom.



Figuur 6

a Waar ligt het draaipunt van deze hefboom?
b Welke richting heeft de kracht die door de zak aardappelen wordt uitgeoefend?
c Welke richting heeft de kracht die door de man wordt uitgeoefend?

Bij de kruiwagen geldt:
man: (F × arm) op
zak: (F × arm) neer

Als er evenwicht is geldt:
(F × arm) op = (F × arm) neer

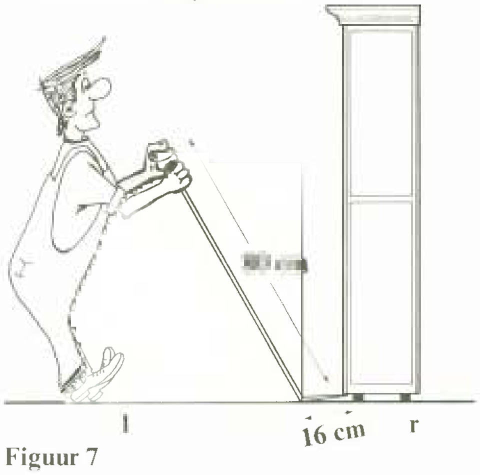
d Wat verandert als de zak dichter bij de handvaten wordt geplaatst?
e Hoe merkt de man deze verandering?
f Blijkt dat laatste ook uit de hefboomregel?

7

a Een zak aardappelen van 25 kg ligt op 50 cm afstand van de as van een kruiwagenwiel. Zie fig. 6. De afstand van de handvaten tot het wiel is 125 cm. Reken met de hefboomregel uit hoe groot de spierkracht van de man moet zijn.
b De man komt tot de ontdekking dat hij een kracht van 20 N moet uitoefenen als de kruiwagen leeg is.
Hoe groot is dan de totale kracht die hij moet uitoefenen als de zak aardappelen er op ligt?

8

Een koevoet wordt gebruikt om een kast op te tillen. Zie figuur 7. Dit lukt als je met een kracht van 200 N duwt op het lange uiteinde. Bereken de kracht die op de kast wordt uitgeoefend.



Figuur 7

Blok 2 | Herhaalblad 3

Katrollen

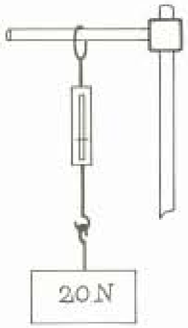
Inleiding

Bij het werken met zware voorwerpen probeert men allereerst het werk zo licht mogelijk te maken. Hievoor gebruikt men koevoeten takels, loopkatten enz. Daarnaast moet men ook vaak het gewicht van zware voorwerpen over meerdere steunpunten zien te verdelen. Ga in de volgende voorbeelden na hoe dat zit.

1

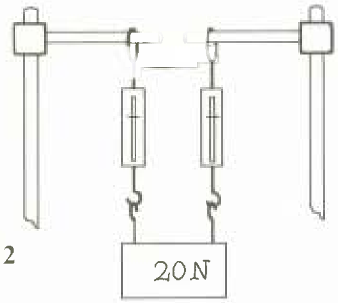
Een baksteen met een gewicht van 20 N hangt aan een krachtmeter. Zie figuur 1. Hoeveel wijst de krachtmeter aan?

Figuur 1



2

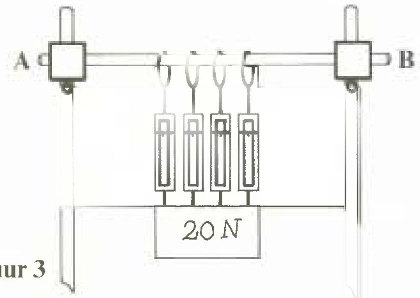
Dezelfde baksteen hangt vervolgens aan twee krachtmeters. Zie figuur 2. Hoeveel wijst elke krachtmeter aan?



Figuur 2

3

a Hoeveel zal elke krachtmeter aanwijzen als die baksteen aan vier krachtmeters hangt?



Figuur 3

b Als het gewicht van het staafje tussen A en B 2 N is, hoe groot is dan de kracht op elk der steunpunten A en B?

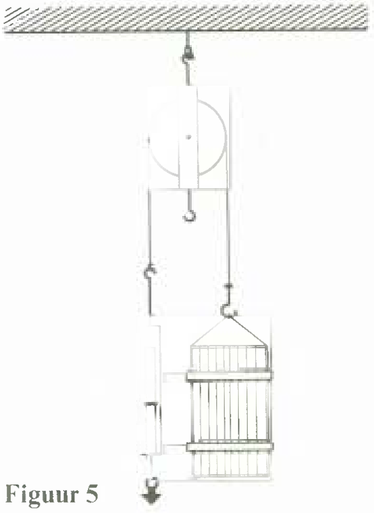
4
We hangen de baksteen ook eens aan vier touwen. Zie figuur 4.

Figuur 4

a Hoe groot is de spankracht in elk touw?
b Hoe groot is de totale kracht die het plafond moet houden?

Katrollen
Bij de volgende situaties wordt steeds gebruik gemaakt van één of meer katrollen. Let er daarbij goed op hoe het gewicht van het voorwerp wordt verdeeld over de touwen. De kist heeft een gewicht van 1100 N. Elke katrol heeft een gewicht van 100 N.

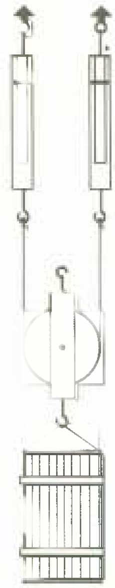
5
a Hoe luidt de gulden regel?



Figuur 5

b Hoeveel wijst de krachtmeter aan?
c Hoeveel touw moeten we innemen om de kist 2 m op te hijsen?

6



Figuur 6

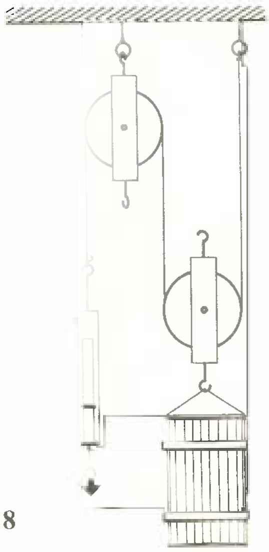
Hoeveel wijst elk der krachtmeters aan?

7

Figuur 7

a Hoeveel wijst de krachtmeter aan?
b Hoeveel touw moeten we innemen om de kist 2 m omhoog te hijsen?

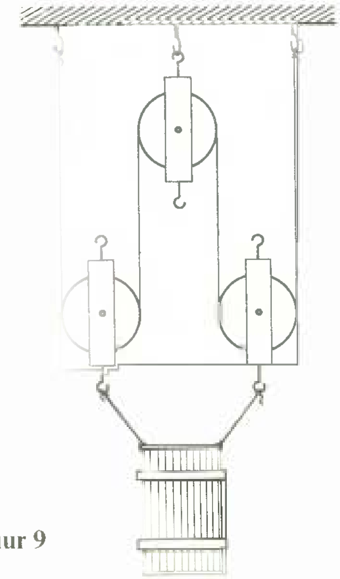
8



Figuur 8

a Hoeveel wijst de krachtmeter aan?
b Hoeveel touw moeten we innemen om de kist 2 m op te hijsen?

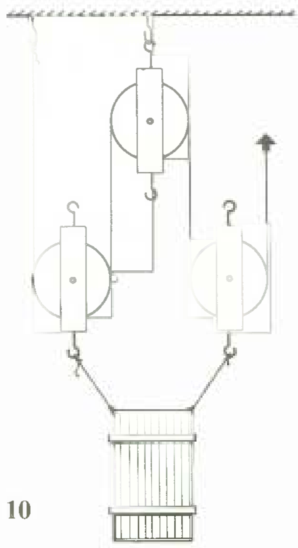
9
We gaan nog een stapje verder. We hangen de kist zo aan de katrollen, dat het lijkt alsof hij aan vier touwen hangt.



Figuur 9

a Hoe groot is de spankracht in elk stuk touw?
b Waarom staat er dat de kist aan vier touwen 'lijkt' te hangen?

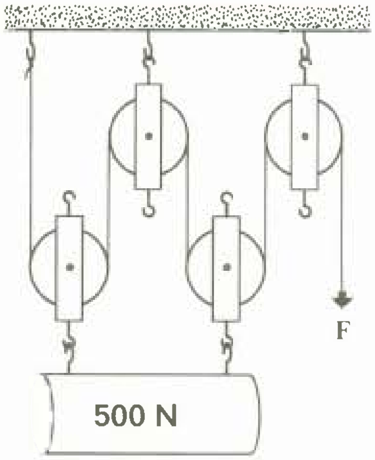
10

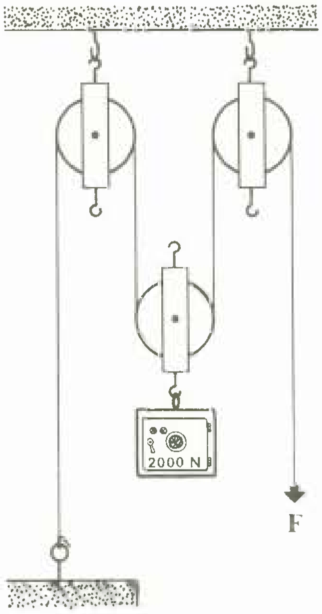


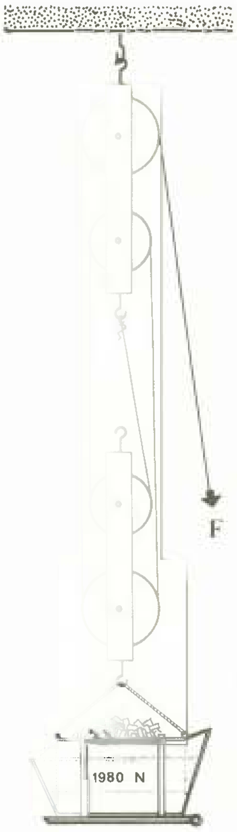
Figuur 10

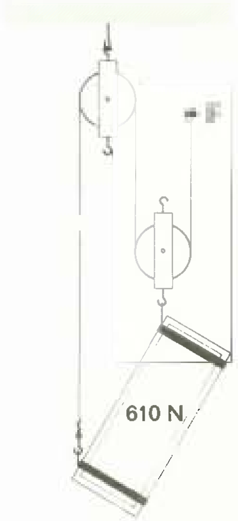
a Hoe groot is de kracht waarmee je moet trekken om de kist 2 m op te hijsen?
b Hoeveel meter touw moet je dan innemen?
In het algemeen kunnen we dus zeggen:
Het gewicht wordt verdeeld over het aantal touwen waaraan het voorwerp hangt.
De kracht in elk van de stukjes touw wordt net zo veel kleiner.

Opgaven
Bij de volgende opgaven moet je er steeds rekening mee houden dat het gewicht van de katrollen 20 N is.
Bij de situaties 11, 12, 13 en 14 moet je de kracht uitrekenen die nodig is om het voorwerp op te hijsen.

11


12


13


14


Blok 2 | Herhaalblad 4

Relaties tussen grootheden

In P 5 van dit blok heb je onderzocht, hoe groot de uitrekking van een veer was bij verschillende belastingen. De manier waarop de uitrekking afhangt van de belasting noemen we de **relatie** tussen die grootheden. Je vond dat de uitrekking **rechtevenredig** was met de belasting. Dat wil zeggen: wanneer de belasting 2 keer, 3 keer, . . . keer zo groot wordt, dan wordt ook de uitrekking 2 keer, 3 keer, . . . keer zo groot.

Het benzineverbruik van een auto.
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 Groningen. Gedurende de hele tocht probeert hij 90 km per uur te rijden. Bij elk benzinestation dat hij tegenkomt stopt hij om de tank weer helmaal 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 is de km stand 1070
benzinestation 1:
km stand 1094 en 2 liter getankt
benzinestation 2:
km stand 1142 en 4 liter getankt
benzinestation 3:
km stand 1154 en 1 liter getankt
benzinestation 4:
km stand 1190 en 3 liter getankt
benzinestation 5:
km stand 1250 en 5 liter getankt
benzinestation 6:
km stand 1274 en 2 liter getankt

1
Maak met deze gegevens tabel 1 af.

tabel 1

Benzine station	Aantal km gerekend vanaf de start	Verbruikte liters gerekend vanaf de start
1	1094—1070 = 24	2
2	72	6
3		
4		
5		
6		

2
Verwerk de gegevens van tabel 1 in een diagram. Zet horizontaal het aantal kilometers uit en vertikaal de hoeveelheid verbruikte benzine.

3
Lees uit het diagram af, hoeveel liter benzine je nodig hebt om a) 12 km b) 24 km c) 36 km d) 72 km af te leggen.

4
Als de gereden afstand 2 keer, 3 keer, 6 keer zo groot wordt, wordt de hoeveelheid verbruikte bezine
_____ keer, _____ keer, _____ keer zo groot.

5
Is de gereden afstand evenredig met de hoeveelheid verbruikte benzine? Verklaar je antwoord.

De autorijder wil op de terugweg van Groningen naar Amsterdam zijn verbruik bij 120 km per uur bepalen. Hij doet dezelfde proef als op de heenweg. In Groningen staat de teller op 1294 km.
Verder vindt hij:
benzinestation 1:
km stand 1342 en 6 liter getankt
benzinestation 2:
km stand 1354 en 1,5 liter getankt
benzinestation 3:
km stand 1390 en 4,5 liter getankt
benzinestation 4:
km stand 1450 en 8,5 liter getankt
benzinestation 5:
km stand 1474 en 3 liter getankt
benzinestation 6:
km stand 1498 en 3 liter getankt

6
Maak met deze gegevens tabel 2 af.

Tabel 2

Benzinestation	Aantal km gerekend vanaf de start	Verbruikte liters gerekend vanaf de start
1	1342–1294 = 48	6
2	60	7,5
3		
4		
5		
6		

7
Verwerk deze gegevens in het diagram van punt 2. Teken met een andere kleur de grafiek in.

8
Is de gereden afstand nu ook rechtevenredig met de hoeveelheid gebruikte benzine? Waaraan zie je dat?

9
Wat valt je op wanneer je de beide grafieken die je getekend hebt met elkaar vergelijkt?

10
Kun je uit de grafieken aflezen bij welke snelheid de meeste benzine verbruikt wordt?

11
Hoeveel kilometer kun je afleggen met 1 liter benzine als je 90 km per uur rijdt? En hoeveel als je 120 km per uur rijdt? Trek zelf je konklusie (1 liter benzine kost ongeveer ƒ 1,60).

Nieuwe fietsen.
De Vereniging voor Fitte Fietsers (V.F.F.) wil een aantal nieuwe fietsen voor haar leden. Zij vraagt bij de rijwielhandelaar een prijsopgave voor een bepaalde fiets. In die prijsopgave komt de volgende tabel voor:

Tabel 3

Aantal fietsen	Kosten samen in guldens
1	200
2	380
3	540
4	680
5	800
6	900
7	980
8	1050

12
Maak van tabel 3 een diagram.

13
Is het aantal fietsen rechtevenredig met de prijs die je ervoor moet betalen? Waaraan zie je dat?

De veerkonstante

Zoals je in T 5 kunt lezen geeft de veerkonstante van een veer aan hoeveel newton je er aan moet hangen om de veer 1 cm uit te rekken. Lees nu eerst het volgende voorbeeld en probeer daarna de opgave te maken.
Voorbeeld.
Een veer heeft een veerkonstante van 4 N per cm. Hoever rekt deze veer uit wanneer je er een gewicht van 12 N aan hangt?
Een veerkonstante van 4 N per cm wil zeggen dat een belasting van 4 N de veer 1 cm uitrekt. Een belasting van 12 N rekt de veer dan $\frac{12}{4}$ cm = 3 cm uit.
Je kunt het nog anders uitrekenen. Een belasting van 12 N is 3 keer zo groot als een belasting van 4 N. De uitrekking van de veer is dus ook 3 keer zo groot. Een belasting van 4 N geeft een uitrekking van 1 cm. De belasting van 12 N geeft dus een uitrekking van 3 cm.

Opgave
1
Hoever rekt een veer met een veerkonstante van 5 N per cm uit wanneer je er een gewicht van 12 N aan hangt?

2
Onder een belasting van 3 N rekt een veer 6 cm uit. Hoe groot is de veerkonstante van die veer?

3
Een veer rekt 15 cm uit door een belasting van 45 N. Hoever rekt die veer uit door een belasting van 30 N?

4
Een veer heeft een veerkonstante van 5 N per cm.
Bij welke belasting rekt hij 1 cm uit?
Bij welke belasting rekt hij 3 cm uit?

5
Een veer heeft een veerkonstante van 10 N per cm.
Hoever rekt deze veer uit wanneer je er 500 g aan hangt?

Herhaalblad 1

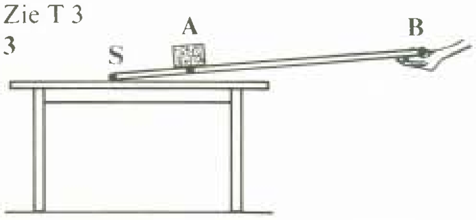
Krachten bij veranderingen en evenwichten

1
a plaats en snelheid
b zwaartekracht
2
a plaats en richting
b veerkracht
3
a richting (plaats)
b wrijvingskracht
4
a snelheid (plaats)
b spierkracht
5
a richting (plaats)
b magnetische kracht
6
a plaats
b zwaartekracht
7
a snelheid en plaats
b wrijvingskracht
8
a plaats (snelheid)
b opwaartse kracht
9
a plaats en richting
b veerkracht
10
a plaats en richting
b spierkracht
11
Evenwicht;
zwaartekracht;
spierkracht (omhoog).
12
Evenwicht;
zwaartekracht;
spankracht touw (omhoog)
13
Geen evenwicht, want de snelheid is niet konstant.
14
Evenwicht, want de snelheid is wel konstant;
trekkracht motor (naar rechts)
wrijvingskrachten (naar links)
15
Evenwicht;
veerkracht brug (omhoog);
zwaartekracht.
16
Evenwicht;
veerkracht (richting van de pijl);
spierkracht (tegengestelde richting).
17
Evenwicht;
veerkracht (omhoog);
magnetische aantrekkingskracht (omlaag);
zwaartekracht (omlaag).
18
a Grotere kracht;
groter gewicht.
b 0 N; 0 N; De zwaartekracht wordt gebruikt om het voorwerp te laten vallen en kan het voorwerp dan geen gewicht meer geven.
19
Aarde: 1000 g en 10 N.
Maan: 1000 g en 1,6 N.
Het gewicht.
20
170 g; 0,57 kg; 55 g;
0,012 kg; 1 kg.
21
0,2 N; 1,3 N; 25 N;
11 200 N.

Herhaalblad 2

Hefbomen

1
Zie T 3
2
Zie T 3
3



De arm van het gewicht is de afstand tussen A en S; van de spierkracht de afstand tussen B en S.
4
Zie T 3
5
a $15\ N \times 5\ cm = F \times 10\ cm$
$75 = F \times 10$
Dus $F = \frac{75}{10}\ N = 7{,}5\ N$
b $F = 30\ N$
6
a Op de as van het wiel.
b Naar beneden (neer).
c Omhoog (op)
d De arm van de kracht naar beneden wordt groter.
e Hij voelt dat de kruiwagen zwaarder wordt.
f Ja, want (F × arm) neer wordt groter. Dus ook (F × arm) op moet groter worden om gelijke tred te houden. De afstand van de handvaten tot het wiel blijft gelijk. Daarom moet de man een grotere kracht gaan uitoefenen.
7
a (F × arm) op = (F × arm) neer. Het gewicht van de zak aardappelen is 250 N.
Alles invullen:
$F \times 125\ cm = 250\ N \times 50\ cm$
$F \times 125 = 12\,500$
$F = \frac{12\,500}{125}\ N = 100\ N$
b Totale kracht:
$100\ N + 20\ N = 120\ N$
8
$(F \times arm)_l = (F \times arm)_r$
$200\ N \times 80\ cm = F \times 16\ cm$
$16000 = F \times 16$
Dus $F = \frac{16\,000}{16}\ N \doteq 1000\ N$

Herhaalblad 3

Katrollen

1
20 N
2
Elk 10 N
3
a Elk 5 N
b Op elk steunpunt 11 N
4
a 5 N in elk touw
b 20 N
5
a Zie T 4
b 1100 N
c 2 m
6
600 N
7
a 600 N
b 4 m
8
a 600 N
b 4 m
9
a 325 N
b In werkelijkheid is het maar één touw dat rond alle katrollen is gewikkeld.
10
a 325 N
b 8 m
11
135 N
12
1010 N
13
500 N
14
210 N

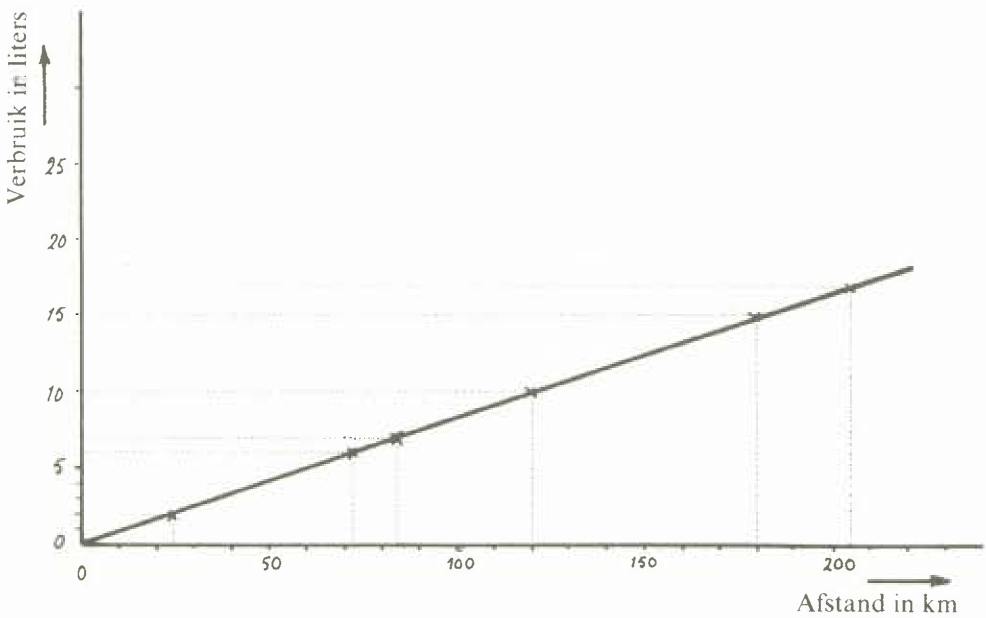
Herhaalblad 4

Relaties tussen grootheden

1

Benzine station	Aantal km gerekend van af de start	Verbruikte liters gerekend van af de start
1	1094 – 1070 = 24	2
2	1142 – 1070 = 72	6
3	1154 – 1070 = 84	7
4	1190 – 1070 = 120	10
5	1250 – 1070 = 180	15
6	1274 – 1070 = 204	17

2



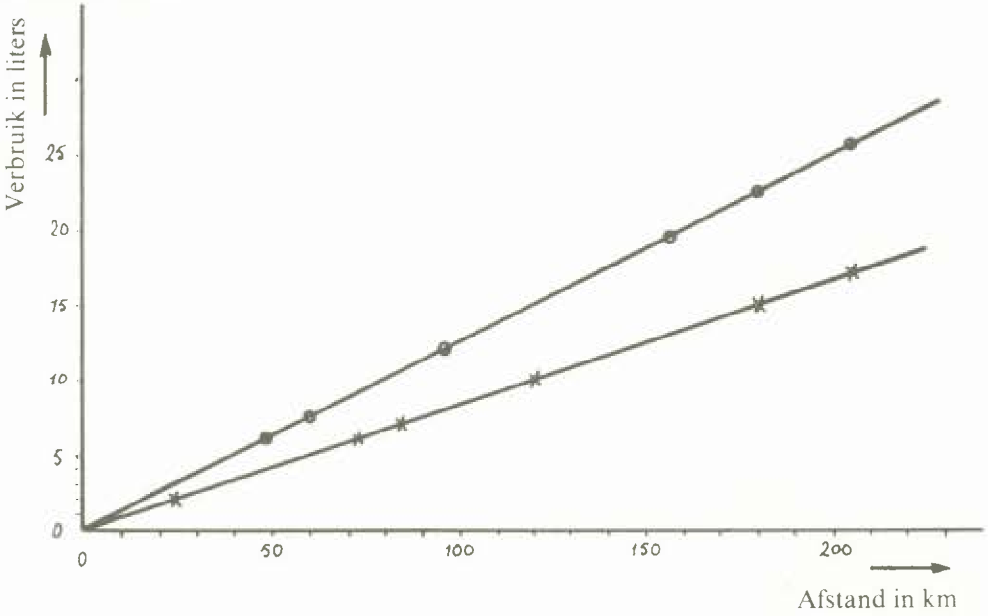
3
a 1
b 2
c 3
d 6
4
Als de gereden afstand 2 keer, 3 keer, 6 keer zo groot wordt, wordt de hoeveelheid verbruikte benzine 2 keer, 3 keer, 6 keer zo groot.
5
Ja, Want als de afstand 2 keer, 3 keer zo groot wordt, wordt ook het verbruik 2 keer, 3 keer zo groot. Je kunt het ook aan de grafiek zien: een rechte lijn door de oorsprong.

6

Benzine station	Aantal km gerekend vanaf de start	Verbruikte liters gerekend vanaf de start
1	1342 – 1294 = 48	6
2	1354 – 1294 = 60	7,5
3	1390 – 1294 = 96	12
4	1450 – 1294 = 156	20,5
5	1474 – 1294 = 180	23,5
6	1498 – 1294 = 204	26,5

7
Zie hiervoor de volgende pagina.
8
Ja, want de grafiek is een rechte lijn door de oorsprong.
9
Zij gaan beiden door de oorsprong. De grafiek die bij 120 km per uur hoort, loopt steiler omhoog dan die bij 90 km per uur.
10
Je kunt dat gemakkelijk aflezen. Voor 180 km bijvoorbeeld heb je bij een snelheid van 120 km per uur 22,5 l benzine nodig. Als je 90 km per uur zou rijden had je 15 l nodig.
Je kunt ook zeggen: de ene grafiek loopt steiler omhoog dan de andere. Dus voor elke kilometer heb ik in het eerste geval ook meer benzine nodig.

grafiek bij opgave 7



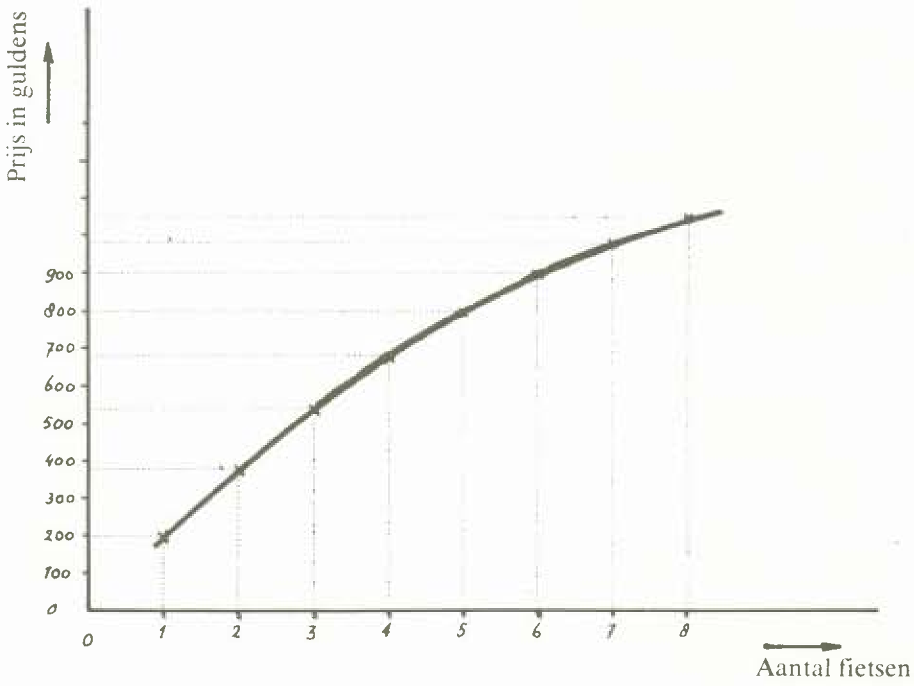
o Snelheid van 120 km per uur
x snelheid van 90 km per uur

11

90 km per uur: $\frac{180\ \text{km}}{15\ \text{l}} = 12$ km met één liter benzine.

120 km per uur: $\frac{180\ \text{km}}{22{,}5\ \text{l}} = 8$ km met één liter.

12



13

Nee. De grafiek is geen rechte lijn die door de oorsprong loopt.

Herhaalblad 5

De veerkonstante

1

Een belasting van 12 N, rekt die veer $\frac{12}{5}$ cm = 2,4 cm uit.

2

Als 3 N de veer 6 cm uitrekt, dan rekt de veer 1 cm uit onder een belasting van $\frac{3}{6}$ = 0,5 N. De veerkonstante is 0,5 N per cm.

3

Als de veer onder een belasting van 45 N, 15 cm uitrekt, dan is de veerkonstante $\frac{45}{15}$ = 3 N per cm. Onder een belasting van 30 N, rekt de veer dus 10 cm uit.

4

Als de veerkonstante 5 N per cm is, dan rekt een belasting van 5 N die veer 1 cm uit. Er is dan 15 N voor nodig om die veer 3 cm uit te rekken.

5

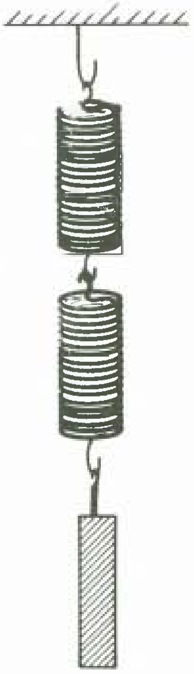
Een massa van 500 g heeft een gewicht van 5 N. Wanneer je 5 N aan de veer hangt, rekt die 0,5 cm uit.

Verder met veren

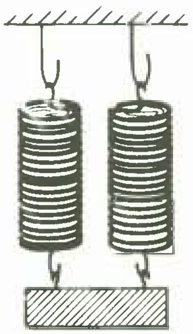
Inleiding
In P 5 van dit blok heb je onderzocht hoe de relatie tussen uitrekking en belasting van een veer is. In die paragraaf heb je de veerkonstante bepaald van een veer. In dit blad ga je de veerkonstante van een kombinatie van veren bepalen.

Gedachtenproef
Je hebt een aantal dezelfde veren met een veerkonstante 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 uitrekt. Je kunt die massa dus niet aan één veer hangen.

Proef met kombinaties van veren
Met twee veren kun je de hier staande kombinaties maken:



kombinatie a



kombinatie b

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

1
Neem twee ongeveer gelijke veren.
Maak van elke veer een tabel met meetwaarden van de belasting en de bijbehorende uitrekking. Vul de meetwaarden van de veren in het zelfde assenstelsel in. Bepaal uit deze grafiek de veerkonstante van elk van de veren.

2
Herhaal de proef voor het geval je de twee onder elkaar hebt hangen, dat is kombinatie a.
Teken de grafiek weer in hetzelfde assenstelsel. Is deze kombinatie stugger of slapper dan de enkele veer? Wat zegt de schuinheid van de grafiek?

3
Doe de proef nu ook voor kombinatie b en beantwoord dezelfde vragen als voor kombinatie a. Welke kombinatie kun je het beste gebruiken voor een grote massa?

Proef met een drukveer
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.

Drukveer

Bepaal nu van het veertje van een balpen eerst de veerkonstante bij **uitrekken**. Doe dit nauwkeurig! Kontroleer na iedere meting of de veer zijn oorspronkelijke lengte weer terugkrijgt.
Bepaal nu de veerkonstante bij **indrukken**.
Aanwijzing: Maak een opstelling waarbij een spijker door de veer heen steekt, zie tekening.

Vergelijk de veerkonstante bij uittrekken met de veerkonstante bij indrukken.

Opdrachten

1
Wat versta je onder de veerkonstante van een drukveer?

2
Van welke eigenschappen van de veer hangt de veerkonstante af?

3
Vermeld bij onderstaande veren of het een drukveer of een trekveer is.
a treinbuffer
b veer die van een trap afloopt
c veer in een krachtmeter die tot 1,0 N gaat.
d teleskoopveren van een brommer
e veer om een garagedeur dicht te trekken.

4
Noem nog enkele toepassingen van veren.

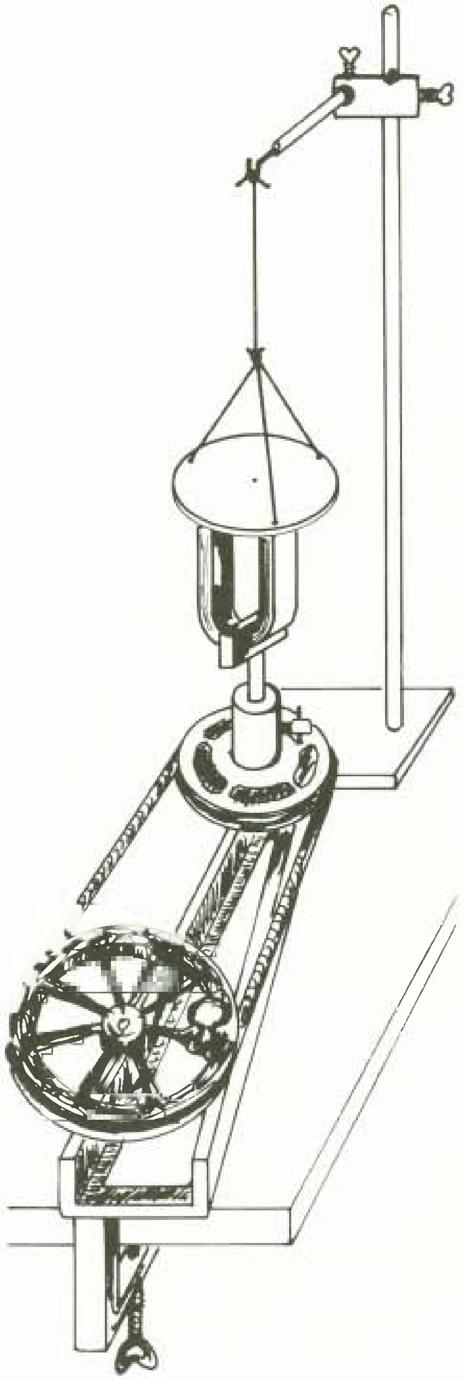
5
Ken je nog andere soorten veren dan drukveren en trekveren?
Waar worden die voor gebruikt?

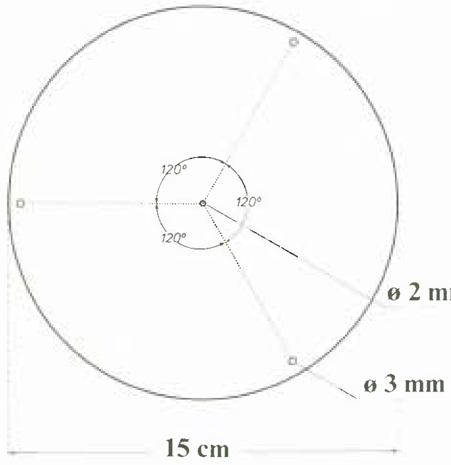
Magnetische overbrenging

Inleiding
In dit extra blad ga je twee dingen doen.
a Een magnetische overbrenging bouwen;
b Proeven doen met de gebouwde overbrenging.
Het eerste is vooral een technische zaak, het tweede is meer natuurkundig onderzoek. Je kunt eventueel alleen het eerste deel doen. Als je het tweede deel doet moet je natuurlijk ook het eerste deel doen. Je moet in dit blad zelfstandig werken.
Bij de proeven kun je kiezen hoe zelfstandig, lees daarvoor maar de inleiding bij de proeven.

Een beetje theorie en achtergronden
In de basisstof heb je kennis gemaakt met een aantal overbrengingen. Bij deze overbrengingen werd de kracht overgebracht met behulp van touwen, katrollen en koevoeten. De overbrenging kwam dus steeds tot stand door middel van een voorwerp dat uit vaste stof bestaat. Soms kan dat niet. In auto's met een automatische versnellingsbak wordt de kracht van de motor met een vloeistofkoppeling op de versnellingsbak overgebracht. In zo'n vloeistofkoppeling wordt de kracht door een vloeistof van het ene onderdeel op het andere overgebracht. Hierdoor kunnen de onderdelen ten opzichte van elkaar bewegen zonder dat er iets breekt. Soms wordt in de techniek een gas gebruikt om een onderdeel van een overbrenging te koppelen. Al deze overbrengingen hebben gemeen dat er een stof wordt gebruikt om de overbrenging tot stand te brengen. In dit extra blad ga je nu een overbrenging bekijken waarbij de koppeling zonder stof tot stand komt. Je maakt gebruik van de magnetische kracht.
Hierdoor krijg je een koppeling waarbij de onderdelen elkaar op geen enkele manier raken. Een voorbeeld van zo'n overbrenging vind je bij de snelheidsmeter in een auto en op een fiets. De naald van deze meters beweegt doordat een draaiende magneet een metalen plaatje laat meedraaien. De overbrenging die jij gaat maken berust ook op dit principe.

De opbouw van de overbrenging
Je hebt in elk geval nodig: een hoefijzermagneet en een aluminium schijf. De schijf moet er uit zien als op de tekening hiernaast. Aan de schijf knoop je drie touwtjes en je zorgt dat hij horizontaal aan een statief kan hangen. Het volgende wat je moet doen is de magneet draaibaar opstellen. Dat kan bijvoorbeeld met een oude pick-up met vier snelheden of een regelbare experimenteermotor. In de eerste tekening zie je een opstelling met een centrifugaal machine.
De schijf moet ongeveer 0,5 cm boven de polen van de magneet hangen. Laat nu de magneet draaien (Pas op! Als je een experimenteermotor gebruikt neem je een





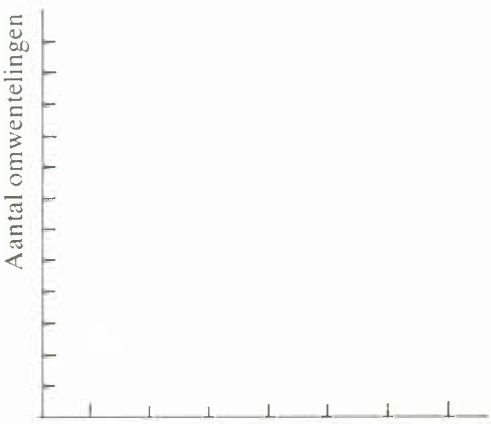
laag toerental). Je ziet de schijf meedraaien met de magneet. Omdat het koord zich opwindt gaat de schijf op een bepaald moment terugdraaien. Zorg er voor dat de magneet met konstante snelheid ronddraait. De schijf komt dan tot stilstand. Als je de magneet dan stopt merk je dat het koord nog was opgewonden. Dit principe wordt gebruikt in snelheidsmeters. Alleen wordt daar een spiraalveertje gebruikt in plaats van een koordje om de schijf tegen te werken. Bij een bepaalde draaisnelheid van de magneet zal de schijf over een bepaalde afstand verdraaien. Dit zegt iets over de snelheid van het wiel dat de magneet aandrijft.

Proeven
We beschrijven vier proeven met de overbrenging. In de eerste proef staat vrij nauwkeurig omschreven wat je moet doen. In de tweede proef iets minder, in de derde weer minder.
De vierde proef geeft alleen maar aan wat je kan doen. Je kunt dus zelf kiezen hoe moeilijk je het wilt maken en hoeveel je zelf wilt uitzoeken.

1
Hoe hangt de overbrenging af van de afstand tussen de magneet en de schijf.
Je zorgt ervoor dat de magneet steeds met dezelfe konstante snelheid ronddraait. Met de centrifugaalmachine zul je dus even moeten oefenen. We gaan nu meten hoeveel omwentelingen de schijf telkens meedraait bij verschillende afstanden tussen de magneet en de schijf. Daartoe zetten we een merkteken op de schijf. Maak de afstand tussen schijf en magneet 0,5 cm groot.
Laat de magneet draaien en meet hoeveel omwentelingen of gedeelten daarvan de schijf meedraait vanuit de ruststand voor hij weer stilstaat.

Schrijf je bevindingen op in de tabel en doe hetzelfde met de andere afstanden.

Afstand in cm	**Aantal omwentelingen**
0.5	
1.0	
1.5	
2.0	
2.5	
3.0	
3.5	



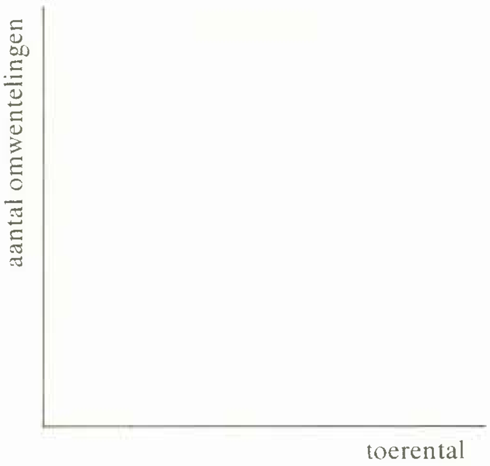
Maak nu een grafiek van je resultaten. Op de vertikale as moet je zelf nog de schaalverdeling invullen.
Stel de schijf nu eens in op een willekeurige afstand en bepaal hoeveel omwentelingen de schijf meedraait. Probeer uit de grafiek te bepalen wat de afstand kan zijn en meet deze daarna op. Als je grafiek goed is, zullen de beide afstanden overeenstemmen.

2
Het maken van een schaalverdeling voor de snelheidsmeter.
Hier gebruik je de opstelling met de koordophanging en pick-up of experimenteermotor. Je zorgt ervoor dat de schijf dicht boven de magneet hangt, bijvoorbeeld 0,5 cm. Het is de bedoeling het toerental van de motor steeds te veranderen en dan te meten in welke stand de schijf tot rust komt. Zet voor de stand van de schijf een merkteken op de schijf. Het moeilijkst is het meten van het toerental van de motor (behalve bij een pick-up). Eén manier om dat te doen is de tijd op te nemen die nodig is voor bijv. 50 omwentelingen. Daarna bereken je het toerental als volgt:

$$\text{toerental} = \frac{\text{aantal omwentelingen}}{\text{aantal sekonden}}$$

Zet je resultaten in de tabel.

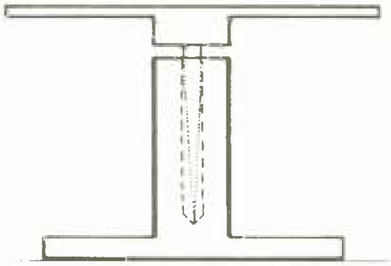
Toerental magneet	Aantal omwentelingen



Je kunt de gegevens uit de tabel in de grafiek zetten.
Als je de grafiek gemaakt hebt, kontroleer hem dan eens op de manier als onderaan bij proef 1 beschreven.

3
Hangt de kwaliteit van de overbrenging af van de magneet?
Zoek eens uit of een sterkere of zwakkere hoefmagneet het slechter of beter doet dan die welke je tot nu toe gebruikte. Probeer ook eens een staafmagneet te gebruiken. Misschien zijn er op school nog wel andere soorten magneten.
Maak na afloop een duidelijk overzicht van je bevindingen. Misschien kun je een verklaring geven voor de dingen die je hebt opgemerkt.
Enkele aanwijzingen: Houdt de afstand of de afstanden van magneet tot schijf bij de verschillende proeven konstant. Houdt het toerental (of de toerentallen) bij de verschillende magneten konstant.

4
Hoe groot is een magnetische overbrenging?
Dit wordt de moeilijkste proef. Begin er niet aan voordat je de tekst helemaal hebt doorgelezen. Dan pas kun je beoordelen of je in staat bent de proef zinvol uit te voeren.



Draaitafeltje

Voor deze proef heb je een echte overbrenging nodig. Je moet ervoor zorgen dat de schijf vrij kan draaien. Dit kan bijvoorbeeld als volgt. Leg de aluminium schijf op een draaitafeltje. Een draaitafeltje bestaat uit een plateau waaraan een naald zit. Deze naald kan draaien in een ondersteuningslager. Het plateau kan daardoor met heel weinig wrijving draaien. Zie bovenstaande tekening. Zorg er voor dat de magneet boven de schijf kan draaien. Maak de opstelling zo stevig dat je inderdaad de magneet goed kunt laten ronddraaien.
Een overbrenging is beter naarmate er minder kracht 'verloren' gaat in de overbrenging zelf. Een kettingoverbrenging is beter dan een snaaroverbrenging, want een ketting slipt niet over een tandwiel. Een snaar kan wel over een snaarwiel slippen.
De vraag is nu: hoeveel verlies je in de magnetische overbrenging? Je kunt dit bepalen door te meten hoeveel het toerental van de schijf kleiner is dan van de magneet.
Bij deze opstelling moet je dan een methode bedenken om het toerental van de magneet en dat van de schijf zo nauwkeurig mogelijk te meten. Misschien is er op je school speciale apparatuur voor.
Als je het toerental nauwkeurig kunt meten, kun je ook onderzoeken of de belasting van de overbrenging van invloed is. Je moet dan de schijf verzwaren en dan kijken of het toerental verandert.
Succes er mee.