

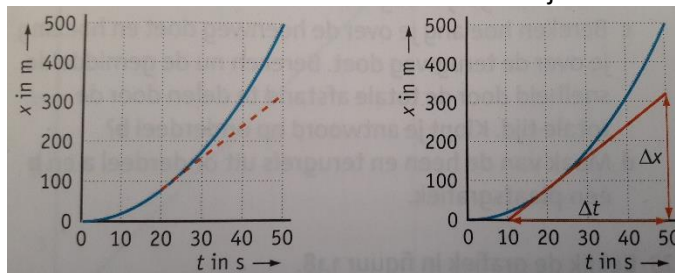
## Natuurkunde Pulsar Hoofdstuk 1 Beweging in grafieken Havo 4

### 1.1 snelheid meten

Snelheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snelheid is het aantal meters dat wordt afgelegd in één seconde (m/s)</li> <li>• De eenheid voor snelheid bestaat uit een eenheid van afstand en een eenheid van tijd</li> <li>• <math>1\text{m/s} \times 3,6 = 1\text{km/h}</math></li> <li>• <math>1\text{km/h} \div 3,6 = 1\text{m/s}</math></li> </ul>
Beweging op een stroboscoopfoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een stroboscoop is een apparaat dat regelmatig zeer korte felle lichtflitsen geeft</li> <li>• Het aantal flitsen per seconde heet de frequentie (eenheid = Herz)</li> </ul>
Beweging meten met de computer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Om bewegingen met een computer te meten, heb je een plaatsensor nodig                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deze plaatsensor zendt geluid uit dat te hoog is om te horen voor mensen</li> </ul> </li> <li>• Het geluid wordt teruggekaatst door een voorwerp</li> <li>• Zo kan de computer uitrekenen op welke plaats het voorwerp is</li> </ul>

### 1.2 Plaatsgrafieken

Beweging in een plaatsgrafiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In een plaatsgrafiek zet je de plaats uit tegen de tijd</li> <li>• In een plaatsgrafiek kun je zien wanneer een voorwerp stilstaat, een constante snelheid heeft, versnelt vertraagt of omkeert</li> <li>• Een plaatsgrafiek heet ook wel een (x,t)-grafiek</li> </ul>
De snelheid bepalen uit een plaatsgrafiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij een constante snelheid stijgt de grafiek gelijkmatig (rechte lijn)</li> <li>• De verandering geef je aan met de letter delta (<math>\Delta</math>)</li> <li>• Een verandering van plaats of verplaatsing heet daarom <math>\Delta x</math> en een verandering van tijd daarom <math>\Delta t</math></li> <li>• De gemiddelde snelheid reken je uit door: <math>\frac{\Delta x}{\Delta t}</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bij een rechte lijn is dit hetzelfde als het hellingsgetal</li> </ul> </li> </ul>
De snelheid op een tijdstip bepalen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als de snelheid niet constant is moet je een raaklijn tekenen</li> </ul>



### 1.3 snelheidsgrafieken

Snelheidsgrafiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In een snelheidsgrafiek zet je de snelheid van een voorwerp uit tegen de tijd</li> <li>• Het symbool van voor snelheid is de letter v</li> <li>• Een snelheidsgrafiek heet ook wel (v,t)-grafiek</li> </ul>
Snelheidsverandering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De toename of afname van de snelheid per seconde heet de versnelling of vertraging</li> <li>• De standaardeenheid van versnelling is <math>\text{m/s}^2</math></li> </ul>
Versnelling bepalen uit de snelheidsgrafiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De versnelling reken je uit door de snelheidsverandering <math>\Delta v</math> te delen door de tijdsduur <math>\Delta t</math></li> <li>• De versnelling is dus het hellingsgetal van de snelheidsgrafiek</li> <li>• Als de snelheidsgrafiek krom is, verandert de versnelling steeds                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Je moet dan dus een raaklijn tekenen</li> </ul> </li> </ul>

Verplaatsing in een snelheidsgrafiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In een snelheidsgrafiek bepaal je de verplaatsing door de oppervlakte onder de lijn uit te rekenen</li> <li>• Als de lijn niet recht is, trek je de lijn zo eerlijk mogelijk recht of tel je de hokjes onder de lijn</li> </ul>
--------------------------------------	--

### Belangrijke aantekeningen

Snelheid is de afstand die je in een bepaalde tijd aflegt

Verplaatsing per tijdeenheid: bijv. m/s, km/h, mph

Omrekenen van km/h  $\rightarrow$  m/s = km/h : 3,6

Omrekenen van m/s  $\rightarrow$  km/h = m/s  $\times$  3,6

Getal bij m/s is altijd kleiner dan die bij km/h

1 mile = 1,61 km

Snelheid bepalen uit een plaatsgrafiek (x,t)-diagram

- Rechte lijn/constante snelheid
  - Neem 2 punten op de lijn en bepaal de helling daartussen
  - Afstand  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$
- Snelheid niet constant
  - Gemiddelde snelheid  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$
  - Snelheid op een bepaald punt bepaal je door de raaklijn door dat punt te tekenen en daarvan de helling te bepalen

$$\text{Hellingsgetal} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

In een snelheidsgrafiek is het hellingsgetal de versnelling

$$A = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Als de versnelling niet constant is dus geen rechte lijn in de versnellingsgrafiek dan kun je met behulp van de raaklijn de snelheid van een bepaald punt bepalen

Verplaatsing / afstand bepalen uit een snelheidsgrafiek

- Beweging met constante snelheid

$$\Delta x = v \times t$$

Verplaatsing opp onder grafiek

- Beweging met constante versnelling

Verplaatsing is nog steeds gelijk aan het oppervlak

Nu: opp van een driehoek ( $0,5 \times L \times B$ )

$\Delta x = 0,5 \times v \times t$  (geldt alleen als  $v = 0$ )

- $A^2 + B^2 = C^2$
- Als de snelheidsgrafiek onregelmatig is: hokjes tellen

### Samenvatting natuurkunde hoofdstuk 2 bewegen en rekenen

#### 2.1 snelheid

Het gebruik van formules	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De afstand die je aflegt reken je uit door de snelheid te vermenigvuldigen met de tijd</li> <li>• Dit kan alleen als de snelheid constant is</li> </ul>
--------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>s = vt</math></li> </ul>
Gebruik van eenheden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als je iets meet, krijg je als uitkomst een getal met eenheid</li> <li>• Ook als je een getal met een formule berekent, moet je letten op de juiste eenheden</li> <li>• Bij natuurkunde werk je meestal met de eenheid m/s</li> <li>• In het dagelijks leven is km/h gebruikelijk</li> </ul>
Gemiddelde snelheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als de snelheid niet constant is, maar je weet wel de gemiddelde snelheid, dan reken je de verplaatsing uit met: <math>s = v_{\text{gem}}t</math></li> <li>• De gemiddelde snelheid kun je uitrekenen als je het verschil in plaats <math>\Delta x</math> weet en de tijdsduur <math>\Delta t</math>: <math>v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}</math></li> <li>• Als de snelheid gelijkmatig verandert dan is de gemiddelde snelheid het gemiddelde van de begin- en de eindsnelheid</li> <li>• Vb: een motor trekt op van 100km/h naar 120km/h. gemiddelde snelheid is 110km/h</li> <li>• In een formule is dit: <math>v_{\text{gem}} = \frac{1}{2}(v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}})</math></li> </ul>
Stilstaan met hoge snelheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De draaisnelheid kun je berekenen door:</li> <li>• <math>v = \frac{2\pi r}{T}</math></li> </ul>
<b>2.2 versnellen</b>	
Versnelde beweging	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Als de versnelling constant is, is de grafiek een rechte lijn door de oorsprong</li> <li>• De versnelling bepaal je dan door: <math>a = \frac{\Delta v}{\Delta t}</math></li> <li>• Als een plaatsgrafiek steeds steiler loopt, met een constante versnelling heet een <b>eenparig versnelde beweging</b></li> <li>• Een andere manier om de verplaatsing uit te rekenen is door de oppervlakte onder de lijn te bepalen</li> <li>• Als het een driehoek is kun je rekenen met: <math>s = \frac{1}{2} \times \text{basis} \times \text{hoogte}</math></li> </ul>
Gemiddelde versnelling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het acceleratievermogen wordt aangegeven met de tijd die de auto nodig heeft om vanuit stilstand een snelheid van 100 km/h te bereiken <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Daaruit kun je de snelheid berekenen</li> <li>○ Bij een auto heeft de grafiek dus nooit een constant hellingsgetal omdat hij niet recht loopt <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Je spreekt daarom over een gemiddelde versnelling</li> <li>▪ De formule hiervoor is: <math>a_{\text{gem}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}</math></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>2.3 vallen</b>	
Vrije val	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In de natuurkunde is een vrije val een val zonder luchtweerstand</li> <li>• Bij een vrije val valt alles even snel</li> </ul>
Rekenen aan een vrije val	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De versnelling waarbij iets valt heet de valversnelling, <math>g</math>(gravitatieversnelling)</li> <li>• De gravitatiesnelheid op de aarde is 9,81 m/s<sup>2</sup></li> <li>• De formule hierbij is: <math>g = \frac{\Delta v}{\Delta t}</math></li> </ul>
<b>2.4 videometen</b>	
De computer als meetinstrument	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Met een videomeetprogramma kun je aan een filmpje op de computer direct metingen en analyses uitvoeren</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Als je een filmpje hebt gemaakt en je wil onderzoeken of er echt sprake is van een vrije val, dan moet je rekening houden met: <ul style="list-style-type: none"> <li>Hoeveel beeldjes de camera per seconde heeft gemaakt</li> <li>Wat de schaal is van het beeld. Het is handig als je de afmetingen weet van het bewegende voorwerp, of van iets vlakbij het bewegende voorwerp</li> <li>Of de camera heeft stilgestaan en loodrecht op de bewegingsrichting van het voorwerp heeft gefilmd</li> </ul> </li> </ul>
Filmpjes voor videometen maken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij het maken van filmpjes voor videometen moet je rekening houden met alle voorwaarden om tot een bruikbare film te komen</li> </ul>
<b>2.5 nauwkeurig meten en rekenen</b>	
De nauwkeurigheid van meten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Om een tijd nauwkeurig te kunnen berekenen kun je beter proef meerdere keren doen en dan daar het gemiddelde van berekenen:  <math display="block">\frac{1e\ keer + 2e\ keer + 3e\ keer + 4e\ keer + 5e\ keer}{5} = \dots S</math> </li> <li>Met de <math>\pm</math> notatie schrijf je het gemiddelde van een aantal metingen op met de nauwkeurigheid erbij</li> </ul>
Voorvoegsels	<ul style="list-style-type: none"> <li>Getallen die te groot of klein zijn kun je handig opschrijven met voorvoegsels</li> <li>Hiervoor kun je makkelijk de wetenschappelijke notatie gebruiken:</li> <li>In de wetenschappelijke notatie heeft een getal één cijfer voor de komma en een tienmacht</li> </ul>
Significante cijfers	<ul style="list-style-type: none"> <li>De nauwkeurigheid van een meting zie je aan het aantal cijfers</li> <li>De significante cijfers van een meetwaarde zijn alle cijfers behalve nullen aan het begin en machten van tien</li> </ul>
Rekenen met meetwaarden	<ul style="list-style-type: none"> <li>De nauwkeurigheid van een meting zie je aan het aantal cijfers</li> <li>De minst nauwkeurige meetwaarde bepaalt de nauwkeurigheid van de uitkomst</li> <li>Bij optellen en aftrekken moet je kijken naar het getal met het minst aantal cijfers achter de komma</li> <li>Bij vermenigvuldigde en delen naar het aantal significante cijfers</li> </ul>

## Samenvatting natuurkunde hoofdstuk 7 kracht en beweging

### 7.1 eerste wet van Newton

De eerste wet van Newton  <i>(een voorwerp waar geen netto kracht op werkt, staat stil of beweegt met constante snelheid)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonder kracht bestaat er geen beweging</li> <li>In de ruimte is er geen aandrijfkraft, maar ook (vrijwel) geen weerstandskraft</li> <li>Op aarde ondervindt ieder bewegend voorwerp weerstand waardoor een beweging vanzelf stopt</li> <li>Zonder kraft beweegt een voorwerp met constante snelheid in een rechte lijn of staat het stil</li> <li>Werken er op een voorwerp méér krachten, dan wordt het resultaat bepaald door die krachten samen</li> <li>Krachten in dezelfde richting mag je bij elkaar optellen en krachten in een verschillende richting moet je van elkaar aftrekken <ul style="list-style-type: none"> <li>Wat overblijft heet de <b>netto kraft</b> of resulterende kraft</li> </ul> </li> </ul>
Traagheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voor een verandering in snelheid of richting is kraft nodig</li> <li>Als op een voorwerp geen netto kraft werkt, blijft het in rust of het behoudt zijn snelheid en richting</li> <li>De eerste wet van Newton heet ook wel de traagheidswet</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoe groter de massa van een voorwerp, hoe groter de traagheid</li> </ul>
<b>7.2 kracht en versnelling</b>	
De tweede wet van Newton	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verandering van snelheid noem je versnelling</li> <li>De versnelling is kleiner naarmate de massa groter is</li> <li>Heb je bij dezelfde kracht een twee keer zo grote massa, dan wordt de versnelling twee keer zo klein <ul style="list-style-type: none"> <li>Kracht en massa zijn dus recht evenredig</li> <li>Versnelling en massa zijn omgekeerd evenredig</li> </ul> </li> </ul>
Rekenen met de tweede wet van Newton	<ul style="list-style-type: none"> <li>De kracht in een touw noem je spankracht</li> <li>Als op een voorwerp meer dan één kracht werkt, wordt de versnelling bepaald door de netto kracht en de massa:  <math>a = \frac{F_{netto}}{m}</math> of <math>F_{netto} = m \cdot a</math> </li> <li>M(assa) is in kg</li> <li>A (versnelling) is in <math>m/s^2</math></li> <li>F (kracht) is in newton</li> </ul>
<b>7.3 weerstand en beweging</b>	
Weerstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Er zijn drie soorten weerstand: <ol style="list-style-type: none"> <li>Schuifweerstand</li> <li>Rolweerstand</li> <li>Luchtweerstand</li> </ol> </li> </ul>
Bewegen met luchtweerstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoe harder je gaat, hoe meer luchtweerstand je ondervindt en hoe minder je nog kunt versnellen met dezelfde aandrijvende kracht</li> <li>Als de netto kracht steeds kleiner wordt, dan wordt de versnelling ook steeds kleiner</li> <li>Bij de start van de val is er nog geen luchtweerstand, je snelheid is nul</li> <li>Je begint met een valversnelling: <math>g = 9,81 \text{ m/s}^2</math></li> <li>Zodra je beweegt, is er wel luchtweerstand <ul style="list-style-type: none"> <li>De snelheid en de luchtweerstand nemen toe</li> </ul> </li> </ul>
Schuifweerstand en rolweerstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>In een fiets gebruik je de schuifweerstand om af te remmen</li> <li>Schuifweerstand en rolweerstand hangen vooral af van de gebruikte materialen en hoe hard de materialen tegen elkaar duwen</li> <li>Daarom zijn de schuifweerstand en de rolweerstand vaak constant</li> </ul>
<b>7.4 zwaartekracht en massa</b>	
Zwaartekracht en massa in kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>Een voorwerp valt door de aantrekkende kracht tussen de aarde en het voorwerp (zwaartekracht <math>F_z</math>)</li> <li>Bij een vrije val valt elk voorwerp met de valversnelling <math>g</math></li> <li>Bij een vrije val is de zwaartekracht ook de netto kracht, omdat er geen luchtweerstand is:  <math>F_z = m \cdot g</math> </li> <li>Zwaartekracht is evenredig met de massa</li> </ul>
Massa en dichtheid	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\rho = \text{dichtheid}</math></li> <li><math>m = \text{massa}</math></li> <li><math>V = \text{volume}</math></li> <li><math>\rho = \frac{m}{V}</math></li> </ul>

## Samenvatting natuurkunde hoofdstuk 8 energie omzetten

### 8.1 soorten energie

Bewegingsenergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voorwerpen die bewegen hebben bewegingsenergie             <ul style="list-style-type: none"> <li>Deze energie is gelijk aan de energie die nodig is om het voorwerp snelheid te geven of af te laten remmen</li> <li>Bewegingsenergie wordt ook wel <b>kinetische energie</b> (<math>E_k</math>) genoemd                 <ul style="list-style-type: none"> <li><math>E_k = \frac{1}{2}mv^2</math> (kinetische-energie = <math>\frac{1}{2} \times</math> massa <math>\times</math> snelheid in het kwadraat)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Zwaarte-energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwaarte-energie is de energie die een voorwerp heeft doordat het zwaartekracht ondervindt</li> <li>Zwaarte-energie bereken je met: massa <math>\times</math> valversnelling <math>\times</math> hoogte (<math>E_z = mgh</math>) / (<math>E_z = F_z h</math>)</li> </ul>
Bewegingsenergie en zwaarte-energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Door de zwaartekracht wordt zwaarte-energie omgezet in bewegingsenergie en omgekeerd</li> <li>Als geen andere krachten een rol spelen, geldt: <math>E_k + E_z</math> is constant</li> </ul>

### 8.2 energieomzetting en warmte

Veerenergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Als een bal naar beneden valt, verliest het hoogte en krijgt het snelheid (zwaarte-energie wordt omgezet in bewegingsenergie)</li> <li>In de ingedeukte bal zit veerenergie             <ul style="list-style-type: none"> <li>Bij het terug stuiten komt de veerenergie weer vrij als bewegingsenergie</li> </ul> </li> </ul>
Warmte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Als alleen de zwaartekracht en de veerkracht zouden werken, dan zou een bal eeuwig blijven stuiten</li> <li>Door de luchtweerstand wordt steeds een gedeelte van de bewegingsenergie omgezet in warmte (<math>Q</math> in Joule)             <ul style="list-style-type: none"> <li><math>E_k - E_z = Q</math></li> </ul> </li> </ul>

### 8.3 arbeid en beweging

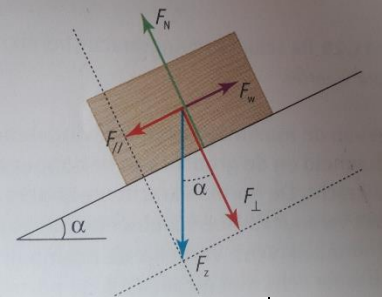
Arbeid en bewegingsenergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Als een kracht voor een verplaatsing zorgt, verricht die kracht arbeid</li> <li>Bij het verrichten van arbeid wordt de ene energiesoort omgezet in de andere energiesoort</li> <li>De arbeid is recht evenredig met de kracht en de verplaatsing</li> <li><b><math>W</math> (arbeid) = <math>F</math> (kracht) <math>\times</math> <math>s</math> (afstand)</b></li> <li>De remkracht verricht ook arbeid, maar omdat je bewegingsenergie afneemt heet dat negatieve arbeid</li> <li><b><math>W = F_{rem} \times s</math></b></li> <li><b>Arbeid = verandering van bewegingsenergie (<math>W_{netto} = \Delta E_k</math>)</b></li> </ul>
----------------------------	---

### 8.4 zuinig met energie

Reizen kost energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Als een voertuig geen weerstand zou ondervinden zou het geen energie hoeven te gebruiken als het eenmaal in beweging is</li> <li>Helaas zijn er altijd weerstandskrachten</li> <li>Met een wisselende snelheid rijden kost extra energie, tenzij je bij het afremmen de energie opslaat</li> </ul>
Hoeveel energie is er nodig?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tegenwoordig wordt het vermogen van een auto uitgedrukt in kW</li> <li>Het vermogen kun je uitrekenen met: <b><math>P = \frac{E}{t}</math> of <math>\frac{W}{t}</math> of <math>F \times v</math></b></li> <li>Het rendement (hoeveel iets nuttig gebruikt) kun je uitrekenen door: <math>\eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{toegevoegd}} \times 100\%</math> of <math>\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{toegevoegd}} \times 100\%</math></li> </ul>

De stookwaarde	<ul style="list-style-type: none"> <li>De energie die vrijkomt bij de verbranding van 1 kg brandstof is de stookwaarde <math>r_m</math></li> <li>De energie die vrijkomt bij verbranding van 1 m<sup>3</sup> van een stof wordt de stookwaarde <math>r_v</math></li> <li><math>E_{ch} = r_v \times V</math> of <math>E_{ch} = r_m \times m</math></li> </ul>
<b>8.5 snelheid en weerstand</b>	
Snelheid: strijd tussen de weerstandskrachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sporters hebben last van luchtweerstand en voertuigen ondervinden luchtweerstand en rolweerstand</li> </ul>
Luchtweerstand en rolweerstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>De luchtweerstand ontstaat doordat je de lucht voor je moet wegduwen om plaats te maken voor jezelf</li> <li>De rolweerstand wordt voornamelijk veroorzaakt door het in- en uitkeuken van de banden van het voertuig, het verschil wordt omgezet in warmte</li> <li>De luchtweerstand is afhankelijk van de snelheid, de rolweerstand niet</li> </ul>

<b>Samenvatting natuurkunde hoofdstuk 11 krachten in evenwicht</b>	
<b>11.1 krachten zijn vectoren</b>	
Scalars en vectoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grootheden die geen richting hebben noem je scalaire grootheden of scalars</li> <li>Grootheden waarbij de richting van belang is, heten vectorgrootheden of vectoren</li> <li>Vectoren teken je met een pijl die begint bij het voorwerp waarop de kracht werkt <ul style="list-style-type: none"> <li>Het beginpunt heet het aangrijpingspunt</li> <li>De lengte van de pijl is in verhouding met de meetwaarde van de grootte</li> </ul> </li> </ul>
Vectoren optellen: 5 + 3 = 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massa heeft geen richting en is dus een scalar</li> <li>Als krachten in dezelfde richting werken tel je ze bij elkaar op</li> <li>Als krachten in een tegengestelde richting werken trek je ze van elkaar af</li> </ul>
Evenwicht van krachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Een voorwerp waarop geen netto kracht werkt heeft een constante snelheid of is in rust</li> <li>De normaalkracht <math>F_n</math> is de veerkracht van het ondersteunende vlak</li> <li><math>F_z - F_n = 0</math></li> </ul>
<b>11.2 krachten onder een hoek</b>	
Optellen van krachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij 2 krachten die niet op 1 lijn liggen hangt de grootte van de somkracht af van de hoek tussen de twee krachten</li> <li>De somkracht bereken je dan met de parallellogram-methode</li> </ul>
Parallellogram-methode	<ol style="list-style-type: none"> <li>Teken beide krachten op schaal, vanuit hetzelfde aangrijpingspunt</li> <li>Teken met je geodriehoek een lijn vanuit de punt van <math>F_2</math> evenwijdig aan <math>F_1</math> (stippellijn)</li> <li>Teken op dezelfde manier een lijn vanuit de punt van <math>F_1</math> evenwijdig aan <math>F_2</math> (stippellijn)</li> <li>Teken een pijl van het aangrijpingspunt naar het snijpunt van de lijnen</li> </ol>
Drie krachten in evenwicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drie krachten zijn in evenwicht als de somkracht van twee krachten even groot en tegengesteld is aan de derde kracht</li> </ul>

<p>Het ontbinden van een kracht</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je kunt de parallellogram-methode ook gebruiken om één kracht te ontbinden in twee krachten in verschillende richtingen</li> <li>• Twee krachten die je zo vindt, heten de twee componenten</li> <li>• Als je de twee componenten samenvoegt, dan krijg je weer de oorspronkelijke kracht</li> </ul>
<b>11.3 krachten op de helling</b>	
<p>Evenwicht op de helling</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Op een helling trekt de zwaartekracht een voorwerp verticaal naar beneden <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Het voorwerp kan niet in die richting bewegen</li> <li>○ De werking van de zwaartekracht wordt in twee componenten met een verschillende richting verdeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Een component van de zwaartekracht evenwijdig aan de helling naar beneden (<math>F_{//}</math>)</li> <li>▪ Een component van de zwaartekracht loodrecht op de helling (<math>F_{\perp}</math>)</li> <li>▪ <math>F_N - F_{\perp} = 0</math></li> <li>▪ <math>F_{motor} - F_w - F_{//} = 0</math></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<p>Schuifwrijvingskracht</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De kracht tussen twee over elkaar heen schuivende voorwerpen heet de schuifwrijvingskracht</li> <li>• De schuifwrijvingskracht varieert van nul tot een maximum</li> <li>• De maximale waarde hangt af van de ruwheid en de grootte van het oppervlak en van de kracht waarmee de voorwerpen tegen elkaar geduwd worden</li> <li>• Ook de normaalkracht kan variëren van nul tot een maximum</li> </ul>
<b>11.4 zwaartepunt en hefboom</b>	
<p>Zwaartepunt</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het zwaartepunt is het denkbeeldige punt van een voorwerp waarin je alle massa van dat voorwerp samengebald mag denken</li> <li>• Als je een voorwerp ophangt aan het zwaartepunt is het precies in evenwicht, het blijft dus in elke stand hangen zonder naar een andere positie te draaien</li> </ul>
<p>Hefbomen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elk voorwerp dat kan draaien om een vast steunpunt noemen we een hefboom</li> <li>• Bij een hefboom is het belangrijk hoe ver een kracht verwijderd is van het draaipunt</li> <li>• Voor een hefboom in evenwicht geldt dat het product van de kracht en de afstand in beide draairichtingen gelijk moet zijn: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>F_1 r_1 = F_2 r_2</math></li> <li>○ Hierbij is <math>r</math> de arm van de kracht (de kortste afstand van het draaipunt tot de werklijn van de kracht)</li> </ul> </li> </ul>