



Thomas More Kempen  
Lerarenopleiding campus Vorselaar  
Bachelor in het onderwijs: secundair onderwijs  
Lepelstraat 2, 2290 Vorselaar  
Tel: +32 (0)14 50 81 60

## Lesvoorbereiding

Student: <b>Jan Dammen</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Stage-oefenles
<b>3 Baso B2</b> tel.	<input type="checkbox"/> Proefles
E-mail:	<input type="checkbox"/> Observatie

Datum stage:

Uur:

School:

Klassengroep: 3 + 4 SPW

Aantal lln.:

Lokaal:

Vak:

Mentor:

Docent:

## Lesonderwerp

Lesuur 1: 3SPW: Samenstellen van krachten (p. 53 – 75)

4SPW: Test

Lesuur 2: 3SPW: niet aanwezig

4SPW: Verband arbeid en energie (p. 83 – 96)

## Bronnen

Hellemans, Janssens, Vandamme, & Veldeman. (2013). Quark 3.2. Berchem: De Boeck.

Hellemans, Janssens, Vandamme, & Veldeman. (2014). Quark 4.2. Berchem: De Boeck.

OVSG. (2012). *Leerplannen Secundair onderwijs*. Opgehaald van OVSG De gemeente maakt school:  
<https://www.ovsg.be/leerplannen/secundair-onderwijs>

Valck, D., Gantois, Jespers, & Peeters. (2013). Pulsar 2. Mechelen: Plantyn.

Valck, D., Gantois, Jespers, & Peeters. (2014). Pulsar 1. Mechelen: Plantyn.

## Beginsituatie

4SPW is een ASO richting met 2u fysica per week.

3SPW is een ASO richting met 2u fysica per week.

## Vakoverschrijdende eindtermen

9. zijn bereid zich aan te passen aan wisselende eisen en omstandigheden

## Vormingsdoelen

*4SPW: De leerlingen beseffen dat energie onder verschillende voorkomt. Ze zien in dat verschillende factoren de energiehoeveelheid bepalen en dat ze vormen van energie overal tegenkomen: als ze sporten, als ze een glas water op tafel zetten. Ze moeten beseffen dat bij het verrichten van arbeid geen energie verloren gaat of wordt aangemaakt, het verandert enkel van vorm.*

*3SPW: De leerlingen zien in dat je krachten kan samenstellen: als ze in dezelfde richting werken, worden ze versterkt en in een tegengestelde richting heffen ze elkaar op. Dit komt in het dagelijkse leven heel vaak voor. Denk hierbij aan mensen die touwtrekken of samenwerken om iets voort te trekken. Ze moeten hiernaast inzien dat de zwaartekracht op alles inwerkt op aarde en dat dit de reden is dat we hier niet rondzweven.*

## Leerplan & Concrete lesdoelen

### Leerplan 3SPW

#### Leerplandoelstellingen:

- 36. De invloed/het effect van een resulterende kracht met voorbeelden kunnen illustreren.
- 38. De grootte van een kracht met een dynamometer kunnen bepalen.
- 39. Krachten met dezelfde richting en hetzelfde aangrijpingspunt kunnen samenstellen.
- 40. Krachten met verschillende richting met hetzelfde aangrijpingspunt kunnen samenstellen door middel van de parallelogramregel.
- 41. Inzien dat een voorwerp waarop geen resulterende kracht werkt, in rust is of zich eenparig rechtlijnig voortbeweegt met constante snelheid.
- 48. Het begrip 'zwaartekracht' kennen.
- 49. Het symbool en de eenheid van de zwaartekracht kennen.
- 50. De elementen van de zwaartekracht kennen.
- 51. Het begrip 'gewicht' kunnen omschrijven.
- 52. Het onderscheid tussen massa, zwaartekracht en gewicht kunnen aangeven.

#### Lesdoelstellingen:

De leerlingen kunnen:

- De resulterende kracht van 2 componenten tekenen
- Een kracht ontbinden in 2 componenten
- Uitleggen wat de zwaartekracht is
- De elementen van de zwaartekracht aanduiden op een tekening
- De elementen van de zwaartekracht opsommen
- Het verschil uitleggen tussen gewicht en zwaartekracht
- Aangeven wanneer de grootte van het gewicht en de zwaartekracht gelijk zijn
- Het zwaartepunt van een voorwerp vinden
- Het verschil tussen stabiel en labiel evenwicht uitleggen

### Leerplan 4SPW

#### Leerplandoelstellingen:

- 59. De formule voor kinetische en (gravitatie)potentiële energie kennen en kunnen toepassen in eenvoudige vraagstukken.
- 60. De formule voor de potentiële energie van een veer kunnen afleiden en toepassen.
- 61. De wet van behoud van energie kunnen formuleren en kunnen illustreren met voorbeelden.
- 62. Inzien dat energievormen van de ene naar de andere kunnen worden omgezet.
- 63. In concrete situaties omzettingen van energie kunnen beschrijven.
- 65. Vraagstukken i.v.m. behoud van energie kunnen oplossen.

#### Lesdoelstellingen:

De leerlingen kunnen:

- Uitleggen dat de arbeid even groot is als de energieomzetting.
- De formule voor de zwaarte- energie gebruiken in oefeningen.
- De formule voor de kinetische energie gebruiken in oefeningen.
- De formule voor de veerenergie gebruiken in oefeningen.
- Uiteggen wat het behoud van energie is.
- Uitleggen wat degradatie van energie is.

## **Werkpunten**

Leerinhoud (+ timing)	Methode	Materiaal
-----------------------	---------	-----------

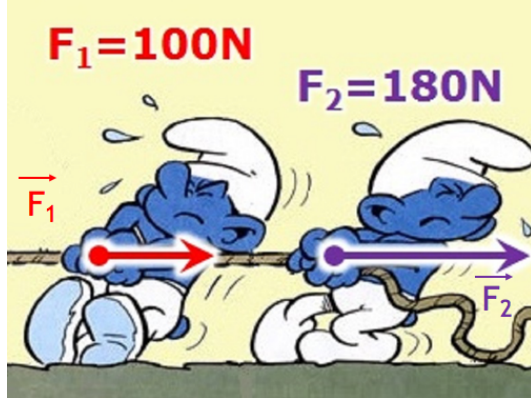
**4<sup>DE</sup> LESUUR: 4SPW HEEFT TEST**

<p><b><u>Inleiding (8min)</u></b>  <b>HERHALING</b>            Eenheid kracht is Newton N. Kracht is een vectoriële grootheid omdat het een grootte, een richting, een zin en aangrijpingspunt heeft.            Een <b>kracht</b> is elke oorzaak die de vorm of de bewegingstoestand van een voorwerp kan veranderen. Een kracht wijst altijd op een interactie tussen 2 voorwerpen. Je kan onderzoeken op welk voorwerp de kracht werkzaam is, en welk voorwerp de kracht veroorzaakt.</p> <p>Je tekent een kracht als volgt</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) teken het aangrijpingspunt</li> <li>2) teken de werklijn</li> <li>3) Kies een geschikte schaal</li> <li>4) Pas vanaf het aangrijpingspunt de grootte van de kracht juist af</li> <li>5) Teken het pijlpunt</li> <li>6) Zet het juiste symbool erbij</li> </ol> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p>De grootte van een kracht meet je met een dynamometer.</p>	<p><b><u>Stappenplan</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitdelen testen voor 4SPW + vragen om naamkaartjes te zetten + aanwezigheden invullen</li> <li>- Herhalen leerstof vorige les aan de hand van vragen te stellen.</li> </ul> <p><b><u>Leerkracht</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wat is het symbool voor een kracht? En de eenheid? Wat voor soort grootheid is een kracht? Waarom? Wat moet er zeker zichtbaar allemaal aangeduid zijn als je een kracht tekent? Waarmee kan je een kracht tekenen?</li> </ul>	<p>bord</p>
---	---	-------------

### Verwervingsfase (8min)

Samenstellen van krachten: inleiding  
(niet met boek)

In dezelfde zin:



Als de 2 smurven samen aan het touw trekken, zullen ze de zware kist die aan het einde van het touw hangt makkelijker naar hen toe kunnen trekken, dan wanneer ze elk afzonderlijk aan het touw trekken.

**Resulterende kracht  $F_R$ :** is de kracht die alle krachten vervangt die op één voorwerp werken. De resulterende kracht heeft hetzelfde effect als alle krachten samen. De gegeven krachten zijn de componenten van de resulterende kracht

Resulterende kracht op dit touw is dus gelijk aan de som van de 2 krachten apart.  $F_R = 100N + 180N = 280N$ .  
Hierbij zijn de krachten  $F_1$  en  $F_2$  de

### Stappenplan

- Uitleggen wat de smurven aan het doen zijn. Vragen of ze met dezelfde richting en zin trekken. Vragen hoe groot de kracht is waarmee ze samen trekken en vragen of we de 2 smurven nu kunnen vervangen door iemand die even hard trekt als hen samen.
- Uitleggen wat een resulterende kracht is.
- Uitleggen dat de resulterende kracht gelijk is aan de som van de 2 aparte krachten als ze dezelfde richting en zin hebben.

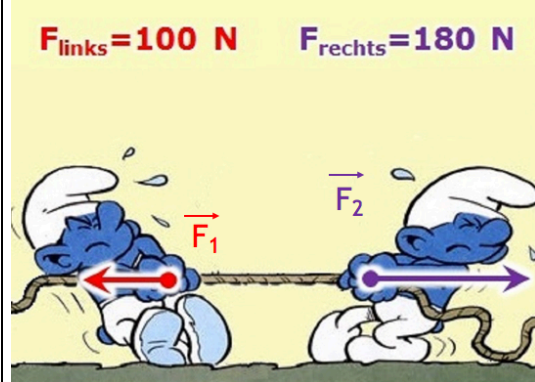
### Kernvragen

- Zal de kracht groter worden als de smurven samen in dezelfde richting trekken? Waarom?
- Hoe groot zal de kracht zijn waarmee de smurven samen trekken?
- Als we nu de 2 smurven vervangen door Jerommeke die even hard trekt als de 2 smurven samen, is er dan een verschil?
- Kunnen we dus zeggen dat  $F_R = 280N$  en dus gelijk is aan  $F_1 + F_2$ ?

PPT

componenten van de resulterende kracht.

In tegengestelde zin



Als de twee smurven aan het touwtrekken zijn, zullen ze elkaar zo goed mogelijk proberen tegen te werken. Het effect van de kracht wordt dus kleiner. Ze hebben hier dezelfde richting, maar een tegengestelde zin.

De grootte van de resulterende kracht is in dit geval het verschil van de groottes van de krachten.  $\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  maar omdat ze tegengesteld zijn, zullen we kleinste kracht als negatief beschouwen waardoor  $F_R = F_1 - F_2$

Constructie resulterende kracht van 2 krachten met zelfde richting: je tekent eerst de eerste kracht, dan teken je vanaf het pijlpunt de tweede kracht. De resulterende kracht is dan de lengte van het begin van het eerste

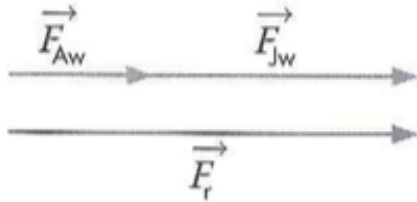
### Stappenplan

- Uitleggen wat de smurven aan het doen zijn.
- Uitleggen dat de resulterende kracht gelijk is aan het verschil van de 2 aparte krachten als ze dezelfde richting en tegengestelde zin hebben.
- constructie van resulterende krachten voordoen aan bord.

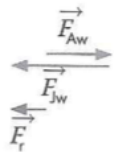
### Kernvragen

- Hebben beide krachten nu dezelfde zin? Welke smurf zal uiteindelijk winnen? Als de linkse smurf nu niet trekt en zijn kracht dus 0N is, en de rechtse smurf met een kracht van 80N trekt, is dit dan hetzelfde? Is er nu ook een resulterende kracht?
- Wat is de resulterende kracht van voorwerpen met eenzelfde richting en zin?
- Wat is de resulterende kracht van voorwerpen met eenzelfde richting en tegengestelde zin?

pijltje tot het einde van het tweede. Je tekent deze in het massapunt.



Constructie van resulterende kracht bij 2 krachten die een tegengestelde zin hebben: Om de grootte te vinden van de resulterende kracht teken je eerst de eerste kracht. Dan teken je vanaf de pijlpunt de andere kracht. De resulterende kracht is het begin van de eerste vector en het einde van de tweede.



**Verwervingsfase (7min)**

De resulterende kracht

De **resulterende kracht** van enkele krachten is een kracht die dezelfde uitwerking heeft als de gegeven krachten samen. Die gegeven krachten noemen we de componenten van de resultante.

Voorbeeld: een raket heeft meerdere motoren die ervoor zorgen dat er een snelheidsverandering optreedt.

**Stappenplan**

- Aanduiden definitie pagina 53
- Voorbeeld raket aanhalen
- aantonen dat 2 krachten met dezelfde zin en richting een resulterende kracht hebben waarvoor geldt:  $F_R = F_1 + F_2$
- kader pagina 54 markeren
- Voordoen hoe je de resulterende kracht tekent als de krachten niet dezelfde richting hebben.
- Kader pagina 54 markeren.
- De leerlingen laten nadenken over hoe we een soortgelijke oefeningen aanpakken.

Dynamometer, massa's, PPT

Door alle componenten op te tellen, vind je de resulterende kracht.

Krachten met zelfde zin, richting en aangrijpingspunt

We hangen een massa aan een dynamometer en lezen de kracht af. Vervolgens hangen we een ander massa aan de dynamometer. Nadien hangen we de 2 massa's bij elkaar en lezen opnieuw de kracht af. Je ziet dat de kracht is de som  $i$  van de 2 vorige krachten.

2 krachten met hetzelfde aangrijpingspunt, maar verschillende richting



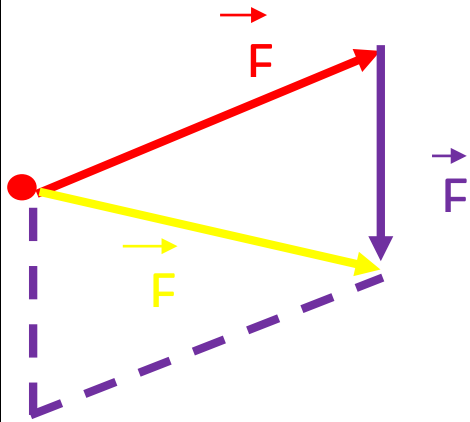
- 1) Vervang de slede door een massapunt.
- 2) Teken de vectoren achter elkaar door ze evenwijdig te verschuiven. De tweede vector begint, waar de eerste eindigt.
- 3) Verbind het begin van de eerste vector met het einde van de tweede. Dit is de resulterende vector.

**Kernvragen**

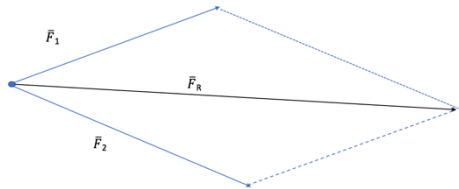
- Wat ga ik eerst moeten doen als ik in de volgende tekening de resulterende kracht wil vinden? En wat dan? Welke symbolen moet ik er zeker bijzetten?



4) De resulterende kracht grijpt aan in het massapunt.



Ander voorbeeld:



### **Verwervingsfase (5min)**

#### Ontbinden van krachten

De **resulterende kracht** van enkele krachten is een kracht die dezelfde uitwerking heeft als de gegeven krachten samen. Die gegeven krachten noemen we de componenten van de resultante.

Omgekeerd kan een kracht **ontbonden** worden in verschillende krachten die samen dezelfde snelheidsverandering veroorzaken.

### **Stappenplan**

- Leerlingen laten herhalen wat de resulterende kracht wil zeggen.
- Zeggen dat we een kracht ook kunnen ontbinden in zijn componenten.
- Proef met wagentje
- Kader pagina 57 markeren

### **Kernvragen**

- Wat was de resulterende kracht nu weer?
- Wanneer gaat het wagentje het snelste naar beneden? Wat is de kracht van het wagentje bij deze helling? (aflezen op dynamometer)

Wagentje, dynamometer

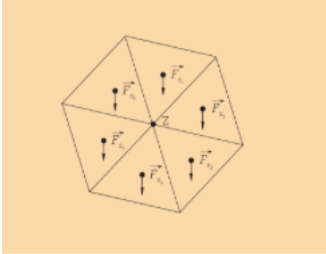
<p>Dat noemen we het ontbinden van krachten.</p> <p><u>Proef wagentje op helling:</u> De zwaartekracht op het wagentje is bij beide hellingen even groot. Als we de zwaartekracht ontbinden in zijn componenten die evenwijdig met de helling lopen en loodrecht op de helling staan, dan zien we dat de kracht evenwijdig met de helling, groter is als de helling steiler is.</p>	<p>- Waar is de kracht het grootste als we de zwaartekracht ontbinden in zijn componenten?</p>	
<p><b><u>Verwervingsfase (8min)</u></b> <u>Zwaartekracht</u> De <b>zwaartekracht</b> is de aantrekkingskracht van de aarde op elk voorwerp in zijn buurt. Het gebied waar het werkzaam is, noemen we het zwaarteveld. Het is een veldkracht omdat ze zonder rechtstreeks contact te maken met voorwerpen, toch werkzaam is. De <u>richting</u> van de zwaartekracht is verticaal en de <u>zin</u> is naar het zwaartepunt van de aarde gericht. Het <u>aangrijpingspunt</u> van de zwaartekracht op een voorwerp noemen we het zwaartepunt Z van dat voorwerp. Het is dus een vectoriële grootheid. De <u>grootte</u> hangt af van de massa van het voorwerp dat het aantrekt, de afstand tussen de zwaartepunten van het voorwerp (hoe groter de afstand, hoe kleiner de aantrekkingskracht) en het</p>	<p><b><u>Stappenplan</u></b> - Uitleggen wat zwaartekracht is en dat het een veldkracht is. - Zwaartepunt Z uitleggen <b><u>Kernvragen</u></b> - Waarom valt het balletje naar beneden? Door wat wordt het aangetrokken? Word ik op dit moment ook aangetrokken? Trekt de aarde echt aan mij door contact met mij te maken? - Zwaartekracht heeft dus ook een aangrijpingspunt, richting, grootte en zin. Waar zal het op aangrijpen? Wat is de richting van deze kracht? - Als ik van een stoel spring, naar waar word ik dan aangetrokken? - Is de grootte van de zwaartekracht op het balletje gelijk aan de grootte van de zwaartekracht van mij? Waarvan hangt de grootte dus al zeker af? Word ik aan de maan denk je even hard aangetrokken? (Nee, daar zweef je een beetje).</p>	<p>Balletje, bord, PPT</p>

hemellichaam en de massa van het hemellichaam.

Voorbeelden: als een balletje naar beneden valt, waterval

Zwaartepunt en evenwicht

Pagina 67



Het voorwerp is opgebouwd uit een aantal blokken. Op elke blok oefent de aarde een even grote aantrekkingskracht uit.

$$F_{Z1} = F_{Z2} = \dots = F_{Z8}$$

De resultante van al die krachten noemen we de zwaartekracht op het hele voorwerp. Deze resultante grijpt aan in één punt, het **zwaartepunt Z**.

<p><b><u>Verwervingsfase (5min)</u></b>  Gewicht van een voorwerp  Gewicht van een voorwerp is de kracht van een voorwerp op zijn ondersteuning of ophanging.</p> <p>Voorbeeld om gewicht duidelijk te maken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Een boekentas wordt door de zwaartekracht naar omlaag getrokken. Als je een boekentas draagt, voel je een kracht naar omlaag op je hand. Die kracht is het gewicht <math>F_G</math>. Het aangrijpingspunt ligt in je hand. Het SI- symbool voor gewicht is <math>\vec{G}</math>. Omdat het gewicht ook een kracht is -, wordt het het symbool <math>\vec{F}_G</math> gebruikt.</li> <li>- Verschil met zwaartekracht: gewicht is een contactkracht tussen het voorwerp en zijn ophanging of ondersteuning. De oorzaak voor het gewicht is de zwaartekracht.</li> <li>- Als de ondersteuning horizontaal staat, en er werken geen andere krachten, hebben gewicht en zwaartekracht dezelfde grootte. Ze hebben wel een verschillend aangrijpingspunt en daarom zijn het dus niet volkomen dezelfde krachten. Het wordt uitgedrukt in newton.</li> </ul>	<p><b><u>Stappenplan</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- voorbeeld boekentas geven</li> <li>- uitleggen wat gewicht is</li> <li>- verschil vragen tussen gewicht en zwaartekracht</li> <li>- kader pagina 65 aanduiden</li> </ul>	<p>boekentas</p>
---	--	------------------

### Verwervingsfase (3min)

#### Bepaling van het zwaartepunt

Bepalen zwaartepunt van een voorwerp kan via 2 methodes:

- 1) **Door ondersteuning**: je legt het voorwerp in evenwicht op een scherpe rand en tekent in deze stand de steunlijn. Je herhaalt deze werkwijze voor verschillende standen van het voorwerp. Het snijpunt van deze steunlijnen is het zwaartepunt.
- 2) **door ophanging**: je hangt het voorwerp op in een willekeurig punt. Je tekent de verticale door het ophangpunt en herhaalt de werkwijze voor verschillende ophangpunten. In deze gevallen behoort het zwaartepunt tot het voorwerp.

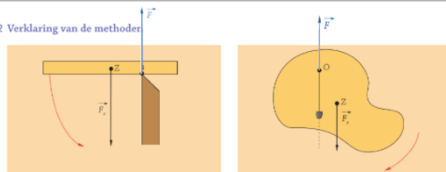
### Stappenplan

- Leerlingen laten zien hoe je het zwaartepunt van een voorwerp kan bepalen
- tekeningen bovenaan pagina 68 bespreken

ZWAARTEPUNT EN EVENWICHT

DEEL 3 KRACHTEN

#### 4.2.2 Verklaring van de methoden



Ligt de steunlijn  $s$  niet onder het zwaartepunt  $Z$  dan kantelt het voorwerp.

Ligt het zwaartepunt  $Z$  niet op de verticale door het ophangpunt  $O$  dan draait het voorwerp rond  $O$  tot  $Z$  wel op die verticale ligt.

De voorwerpen blijven niet in rust omdat er 2 krachten op aangrijpen die elkaar *wel* / *niet* opheffen.

De ene kracht is de zwaartekracht. Waar grijpt de tweede kracht aan? **In het steunpunt of opbergpunt.**

Teken telkens de tweede kracht. Waarom heft de zwaartekracht die tweede kracht niet op?

**Ze liggen niet op dezelfde werklijn.**

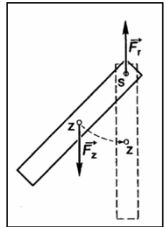
#### 4.2.3 Regelmatige meetkundige voorwerpen met een homogene samenstelling

Het zwaartepunt valt samen met het meetkundig middelpunt.

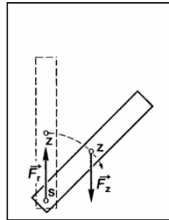
Bv: kubus, balk, gelijkzijdig prisma, cilinder, bol.

### Verwervingsfase (8min)

Een voorwerp waarop verschillende krachten aangrijpen, blijft in evenwicht of in rust als hun resultante nul is.



Stabiel evenwicht



Labiel evenwicht

**Stabiel evenwicht** = We laten ons voorwerp hangen aan een scharnierpunt, scharnierpunt zit vanboven. Als je het voorwerp loslaat komt het steeds terug naar de beginpositie. Bij een verplaatsing stijgt hier het zwaartepunt van het voorwerp. Het voorwerp keert dus na verplaatsing naar zijn oorspronkelijke evenwichtstoestand.

**Labiel evenwicht** = scharnierpunt zit vanonder. Als je het voorwerp loslaat gaat het niet naar de beginpositie terug. Bij verplaatsing van het voorwerp, daalt het zwaartepunt. Het keert niet meer terug naar zijn oorspronkelijke evenwichtstoestand na een verplaatsing.

### Stappenplan

- Verschil tussen labiel, stabiel en onverschillig evenwicht uitleggen aan de hand van een PPT
- Nadien de proef in het boek op pagina 68 en 69 bespreken
- oefeningen op deze pagina's oplossen
- kaders aanduiden met fluo

### Kernvragen

- Komt het linkse nog naar zijn oorspronkelijke toestand? En het rechtse? Wanneer is een voorwerp in rust?

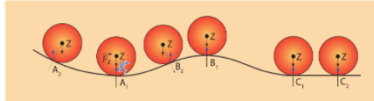
PPT

**Onverschillig evenwicht** = Het voorwerp blijft in evenwicht na een kleine verplaatsing. Het zwaartepunt is op dezelfde hoogte gebleven.

Proef pagina 68 en 69

4.3.1 Soorten evenwicht

**Proef**



Leg de bal op een geplooide rail in  $A_1$ . De bal verkeert in evenwicht.  
Twee krachten grijpen aan op de bal: de zwaartekracht  $\vec{F}_z$  en de reactiekracht  $\vec{F}_r$  van de rail.  
Duid die symbolen aan in  $A_1$ .  
De twee krachten op de bal heffen elkaar op / ~~niet-op~~. Hun resultante is nul / ~~niet-nul~~.

<p>DEEL 3 KRACHTEN <span style="float: right;">ZWAARTEPUNT EN EVENWICHT</span></p> <p>Geef aan de bal een kleine verplaatsing zodat hij in <math>A_2</math> komt. Bij deze kleine verplaatsing is het zwaartepunt <i>gestegen / gedaald / op dezelfde hoogte gebleven</i>.</p> <p>Laat de bal los. Waarneming: <u>De bal rolt terug naar <math>A_1</math>.</u></p> <p>Verklaring: <u>De beweegt tot zijn zwaartepunt zo laag mogelijk ligt.</u></p> <p><b>BESLUIT</b>  Wanneer een voorwerp na een kleine verplaatsing naar zijn oorspronkelijke evenwichtsstand terugkeert, dan verkeert het in stabiel evenwicht.  Het zwaartepunt van een voorwerp in stabiel evenwicht stijgt bij een kleine verplaatsing.</p> <p>Leg de bal in <math>B_1</math>. De bal verkeert in evenwicht. Teken de krachten die op de bal aangrijpen. Zij heffen elkaar <i>op / niet-op</i>. Hun resultante is <u>nul</u>.</p> <p>Geef aan de bal een kleine verplaatsing en laat hem los.  Waarneming: <u>De bal rolt naar een lager gelegen plaats, zijn snelheid neemt toe.</u></p> <p>Teken de krachten die op de bal aangrijpen in <math>B_2</math>. Heffen zij elkaar op? <u>Neen</u>.</p> <p>Verklaring: <u>De bal beweegt zolang zijn zwaartepunt nog lager kan liggen.</u></p> <p>Bij deze kleine verplaatsing is het zwaartepunt <i>gestegen / gedaald / op dezelfde hoogte gebleven</i>.</p> <p><b>BESLUIT</b>  Wanneer een voorwerp na een kleine verplaatsing zich verwijderd van zijn oorspronkelijke evenwichtsstand, dan verkeert het in labiel evenwicht.  Het zwaartepunt van een voorwerp in labiel evenwicht daalt bij een kleine verplaatsing.</p> <p>Leg de bal in <math>C_1</math>. De bal verkeert in evenwicht. Teken de krachten die op de bal aangrijpen. Zij heffen elkaar <i>op / niet-op</i>. Hun resultante is <u>nul</u>.</p> <p>Geef de bal een kleine verplaatsing en laat hem los.  Waarneming: <u>De bal rolt over de horizontale baan tot hij weer stilstaat.</u></p> <p>Teken de krachten die op de bal aangrijpen in <math>C_2</math>. Heffen zij elkaar op? <u>Ja</u>.</p> <p>Verklaring: <u>Beide krachten liggen op dezelfde werklijn.</u></p> <p>Bij deze kleine verplaatsing is het zwaartepunt <i>gestegen / gedaald / op dezelfde hoogte gebleven</i>.</p> <p><b>BESLUIT</b>  Wanneer een voorwerp na een kleine verplaatsing in evenwicht blijft, dan verkeert het in onverschillig evenwicht.  Het zwaartepunt van een voorwerp in onverschillig evenwicht blijft bij een kleine verplaatsing op dezelfde hoogte.</p> <p style="text-align: right;">69</p>		
<p><b>Afronding</b>  Leerlingen van 4SPW geven hun test af</p>		



## 5<sup>DE</sup> LESUUR: 3SPW is niet aanwezig.

### **Inleiding (8min)**

#### **HERHALING**

**Potentiële energie  $E_p$ :** (een systeem dat de mogelijkheid heeft om arbeid te verrichten bezit potentiële energie.) Het is de energie die ze hebben door het krachtveld waarin ze zich bevinden.

#### **Soorten potentiële energie:**

- **Gravitatie- energie:** de potentiële energie dat een voorwerp bezit omdat het in het gravitatieveld van een hemellichaam zit.
- **Elektrische energie:** de potentiële energie van een voorwerp in een elektrisch veld van een ander voorwerp.
- **Magnetische energie:** de potentiële energie van een voorwerp omdat het zich in het magnetisch van een ander voorwerp bevindt.
- **Kernenergie:** de potentiële energie van elementaire deeltjes in atoomkernen.
- **Scheikundige energie:** de potentiële energie van moleculen als deeltjes zich in het krachtveld van andere deeltjes bevinden bij het aangaan chemische reacties.
- **Veerenergie  $E_v$ :** de potentiële energie die een voorwerp bezit samen met de uitgerekte veer waaraan het bevestigd is.

### **Stappenplan**

- Voorstellen leerkracht + vragen voor naamkaartjes
- Testen voor 3SPW uitdelen
- Herhalen wat potentiële energie is aan de hand van vragen te stellen.
- Vragen wat kinetische energie is.

### **Kernvragen**

- Wie geeft mij een voorbeeld van een soort van potentiële energie? Over welke soort potentiële energie heb ik het als een voorwerp zich in de buurt van een hemellichaam bevindt? In de buurt van welk hemellichaam bevinden we ons nu? Hebben we op dit ogenblik dan gravitatie- energie? Wie geeft mij een ander voorbeeld? Waarom is dit potentiële energie?
- Wat is potentiële energie dan?
- Wat is kinetische energie?

<p><b>Kinetische energie:</b> energie van voorwerpen die ze hebben doordat ze in beweging zijn. Een bewegend voorwerp bezit kinetische energie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>translatie- energie:</u> een voorwerp dat rechtlijnig beweegt. Hiervan noemen we kinetische energie, de translatie- energie. Tussen 2 tijdstippen hebben alle punten van een voorwerp op elk ogenblik dezelfde verplaatsing ondergaan. Voorbeeld: een auto die over een vlakke weg rijdt,</li> <li>- <u>Rotatie- energie:</u> als een voorwerp draait, noemen we de kinetische energie de rotatie- energie. Voorbeeld: een wiel of een wagentje van een rollercoaster dat een looping uitvoert.</li> </ul>		
<p><b><u>Verwervingsfase (5min)</u></b>  <b>P. 83</b>  Als je op de trappers van je fiets stamp, begin je te fietsen en krijg je kinetische energie. Je hebt dus arbeid moeten uitvoeren om kinetische energie te verkrijgen. Bij het verrichten van de arbeid wordt <u>energie overgedragen</u> van je lichaam naar het wiel. De energie verandert van vorm, we worden moe en verbruiken energie die we uit onze voeding halen, dat is chemische energie. Deze energie komt vrij bij onze spijsvertering.  Werking spijsvertering: Je spijsverteringsstelsel lijkt wel iets</p>	<p><b><u>Stappenplan</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vragen wat er allemaal moet gebeuren om mijn wiel te laten draaien van mijn fiets en welke energieomzettingen er dan gebeuren. Hierbij de spijsvertering uitleggen.</li> <li>- Besluit trekken en kader laten markeren</li> </ul> <p><b><u>Kernvragen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wat zal ik eerst moeten verrichten alvorens ik mijn wiel kan laten draaien? (arbeid). Waartoe dient deze arbeid? (het wiel te laten draaien). Welke energievorm verkrijg ik dan? (kinetische energie). Van waar komt die energie? Komt die zomaar uit het niets tevoorschijn? Worden wij dan niet moe als we trappen? Welke soort energie wordt dan omgezet? (chemische energie). Vanwaar komt deze chemische energie?</li> <li>- Als je je dynamo tegen het wiel spant, gaat je lichtje branden. Hoe komt dit? Welke energie ontstaat er in je dynamo als die tegen het wiel gespannen is?</li> </ul>	<p>PPT</p>

<p>op een grote chemische fabriek waar voedsel wordt afgebroken in heel kleine deeltjes, die we moleculen noemen. Deze deeltjes worden opgenomen in de bloedstroom die ze dan naar je lichaamscellen brengt waar ze gebruikt worden om energie te maken. Dit gebeurt door chemische veranderingen. Speciale eiwitachtige stoffen in de cellen, de zogenaamde enzymen, versnellen die chemische veranderingen. Wanneer je lichaam meer energie nodig heeft, wat zowel overdag als 's nachts kan gebeuren, zal je lichaam je daar wel aan herinneren. Je krijgt dan honger en begint naar de volgende maaltijd uit te zien. En je spijsverteringsstelsel maakt zich gereed om in actie te komen. Deze energie wordt omgezet naar de kinetische energie.</p> <p>Als je je dynamo tegen het wiel spant, gaat je lichtje branden. Dit komt omdat de dynamo meedraait en de kinetische energie voor een heel klein deel wordt omgezet in elektrische energie. De energie gaat dus van de band, naar de dynamo. Deze elektrische energie wordt dan weer in het lampje omgezet in lichtenergie en warmte.</p> <p><b>Besluit:</b> als je arbeid verricht wordt energie omgezet van de ene naar</p>		
---	--	--

<p>de andere vorm en overgedragen op een ander voorwerp.</p>		
<p><b>Verwervingsfase (4min)</b>  <i>De hoeveelheid energie <math>\Delta E</math> die omgezet of overgedragen wordt, is gelijk aan de arbeid <math>W</math> die ermee verricht wordt. Hoe meer arbeid je dus verricht, hoe meer energie er wordt omgezet. <math>\Delta E = W</math></i></p> <p><u>Voorbeeld</u>: Als de kracht van de wind op de wieken van een windmolen inwerkt, beginnen de wieken dus te draaien. Op de wieken wordt arbeid verricht door de kracht van de wind. Hoe meer wind, hoe harder de wieken draaien en hoe meer energie dit oplevert.</p> <p><u>Voorbeeld</u>: hetzelfde bij de fiets, als ik minder arbeid verricht op de trappers, zal er minder chemische energie omgezet worden in kinetische energie.</p> <p>Eenheid arbeid is joule  Eenheid energie is dus ook joule</p>	<p><b>Stappenplan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitleggen hoe een windmolen werkt en hierbij het verband tussen arbeid en energie aanhalen.</li> <li>- Uitleggen dat de hoeveelheid energie die omgezet wordt gelijk is aan de verrichte arbeid.</li> <li>- Eenheid energie aanhalen</li> <li>- definitie laten aanduiden in het handboek.</li> </ul> <p><b>Kernvragen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe werkt een windmolen?</li> <li>- Wat is de eenheid van arbeid? Wat zal de eenheid van energie dan zijn?</li> </ul>	<p>PPT</p>

<p><b><u>Verwervingsfase (7min)</u></b>  <b>Formule zwaarte- energie</b>  Een knikker die je in het zand laat vallen, maakt een putje in het zand. Als je de knikker nu van een hogere hoogte laat vallen, dan is het putje dieper. Hoe groter de afstand tussen het aardoppervlak en de knikker, hoe groter de arbeid van de knikker op het zand.  Als je een zwaardere knikker gebruikt, zal het putje ook dieper zijn als je hem opnieuw in het zand laat vallen. Hoe groter de massa, hoe groter de arbeid.  Omgekeerd werkt dit ook: om een zwaar boek op te tillen zullen we ook meer moeite moeten doen dan wanneer we een blad papier opheffen. We moeten dus meer arbeid verrichten. En als we dat boek nu in de plaats van op tafel op de kast willen leggen, zal ons dat ook meer arbeid kosten.  → Hieruit kunnen we dus besluiten dat de grootte van de arbeid afhankelijk is van de grootte van de massa en de hoogte. Als we een voorwerp bekijken op aarde, speelt de gravitatieconstante <math>g</math> ook een rol.  → <math>W = m \cdot g \cdot h</math>  → <math>\Delta E = m \cdot g \cdot h</math> waarbij <math>h</math> het hoogteverschil is. Dit is <b>de formule voor de zwaarte- energie</b>.  De zwaarte- energie in de begin toestand, noemen we <math>E_{z0}</math> en de</p>	<p><b><u>Stappenplan</u></b>  - Voorbeeld knikker en boek geven en uitleggen dat de grootte van de arbeid afhankelijk is van de massa en de hoogte.  - Afleiden formule  <b><u>Kernvragen</u></b>  - Wat gebeurt er als we een knikker in het zand laten vallen? En als we hem vanaf een grotere hoogte laten vallen? Als de knikker meer weegt? Waarvan is de arbeid dus afhankelijk?  - Als ik dit balletje nu op de grond leg, waaraan is de hoogte dan gelijk? Wat kunnen we dan zeggen over de grootte van <math>E_{z0}</math>? Wat heeft dit tot gevolg voor <math>\Delta E</math>?</p>	<p>Balletje  Bord</p>
--	---	---------------------------

<p>zwaarte- energie in de veranderde toestand, noemen we <math>E_z</math>. We kunnen dus zeggen dat <math>\Delta E = E_z - E_{z0}</math>.</p> <p>Als ik dit balletje nu op de grond leg, dan kunnen we zeggen dat de grootte van <math>E_{z0}</math> gelijk is aan 0. Hierdoor is <math>\Delta E = E_z</math>. Dus <math>E_z = m \cdot g \cdot h</math></p>		
<p><b><u>Verwervingsfase (5min)</u></b>  <u>Formule voor de kinetische energie</u>  Als je op de kermis met een bal naar blikken werpt, en je kan even hard werpen met een bal van 1kg als met een bal van 2kg (vergelijk het bijvoorbeeld met een tennisbal en baseball die even groot zijn, maar een verschillende massa hebben) wil je liever met de zwaardere bal gooien omdat die meer blikjes omkrijgt. Een zwaardere bal geeft dus meer energie over aan de blikjes.</p> <p>Als je nu met een kleine snelheid of een grote snelheid gooit met dezelfde bal, dan zal de bal met hoogste snelheid meer blikjes omwerpen. Hoe groter de snelheid, hoe groter de energie van de bal.</p> <p>→ Omwille van zijn snelheid, kan de bal arbeid verrichten. Een bewegend voorwerp bezit kinetische energie. Hoe groter de snelheid en</p>	<p><b><u>Stappenplan</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formule kinetische energie afleiden.</li> <li>- Kader pagina 86 markeren.</li> </ul> <p><b><u>Kernvragen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Als je met een baseball even hard kan werpen als met een tennisbal, welke bal kies je dan op de kermis?</li> <li>- Als je nu met een kleine snelheid of een grote snelheid gooit met dezelfde bal, heeft dat verschil?</li> </ul>	<p>Bord</p>

<p>de massa van dat voorwerp, hoe groter de kinetische energie van dat voorwerp.</p> <p>→ <math>\Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2</math></p> <p>→ <math>\Delta E_k = E_k - E_{k0}</math> en een voorwerp in rust bezit geen kinetische energie dus <math>E_{k0} = 0J</math></p> <p>→ <math>\Delta E_k = E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2</math></p>		
<p><b><u>Verwervingsfase (4min)</u></b></p> <p><u>Formule voor de veerenergie</u></p> <p>We gaan eerst even met een elastiek werken aangezien we dit toch wel kunnen vergelijken met een veer omdat ze beiden elastisch zijn.</p> <p>Met een elastiek kan je propjes wegschieten. Als je de elastiek nu heel hard uitrekt, zal de prop verder schieten dan wanneer je de elastiek maar een beetje uitrekt. Hoe groter de uitrekking van een veer of elastiek, hoe groter de arbeid die verricht wordt.</p> <p>Hiernaast bepaald de soort elastiek of veer ook veel. Niet elke veer rekt even hard uit bijvoorbeeld. De <b>krachtconstante</b> <math>k</math> van de veer bepaald hoe hard deze kan uitrekken. Dit is uniek voor elke veer.</p> <p>→ <math>W = \frac{k \cdot l^2}{2}</math></p> <p>→ <math>\Delta E_v = W</math></p> <p>→ <math>\Delta E_v = \frac{k \cdot l^2}{2}</math></p>	<p><b><u>Stappenplan</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitleggen welke grootheden de veerenergie bepalen en hierbij de krachtconstante uitleggen.</li> <li>- Formule afleiden en kader op pagina 87 markeren.</li> </ul> <p><b><u>Kernvragen</u></b></p> <p>Met een elastiek kan je propjes wegschieten. Als je de elastiek nu een klein beetje of heel hard uitrekt, wat is het verschil?</p>	<p>Elastiek, prop, bord</p>

<p>→ <math>\Delta E_v = E_v - E_{v0}</math> en als de veer niet wordt uitgetrokken is <math>E_{v0} = 0</math> want <math>l = 0</math>.</p> <p>→ <math>E_v = \frac{k \cdot l^2}{2}</math>, dit is de formule voor de <b>veerenergie</b></p>		
<p><b><u>Verwervingsfase (4min)</u></b>  <u>Behoud van mechanische energie</u>  Zwaarte- energie, kinetische energie en veerenergie zijn vormen van <b>mechanische energie</b>.  Bij het verrichten van arbeid kan energie van de ene vorm in energie van de andere vorm worden omgezet.   Zit je op een schommel in het hoogste punt 1, heb je geen snelheid, maar wel een hoogte. Je hebt dan zwaarte- energie. Zwier je omlaag, dan verlies je hoogte en neemt je snelheid toe. Je zwaarte- energie neemt af en je kinetische energie neemt toe.  In het laagste punt is je snelheid maximaal en je hoogte minimaal. In dat laagste punt is je zwaarte- energie volledig omgezet en is de kinetische energie maximaal.  In punt 3 zit je terug op je hoogste punt en dan is de zwaarte- energie</p>	<p><b><u>Stappenplan</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overlopen tekst op pagina 88 en vragen stellen.</li> <li>- Wet van behoud van energie uitleggen.</li> <li>- Kader pagina 88 markeren</li> </ul> <p><b><u>Kernvragen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hebben we op het hoogste punt nog snelheid? Hebben we dan nog kinetische energie? Wat hebben we wel? En in het laagste punt?</li> </ul>	<p>PPT</p>



<p>terug maximaal terwijl de kinetische energie volledig is omgezet.</p> <p>De totale hoeveelheid mechanische energie lijkt constant te blijven, maar na een tijd hang je toch stil. Dit komt omdat er wrijving optreedt met de lucht. De lucht wordt hierdoor warmer en er gaat energie verloren aan de omgeving. Daarom zal je niet eeuwig kunnen blijven schommelen zonder iets te doen.</p> <p>Als er geen energie verloren zou gaan bij de omzetting van mechanische energie in elkaar, dan spreken we over de wet van behoud van energie. Als ik de bal bijvoorbeeld van punt A, dat op de grond ligt, naar boven breng naar punt B en er geen energie verloren zou gaan door wrijving, dan is <math>E_A = E_B</math></p> <p>Energie wordt niet bijgemaakt of gaat niet verloren. Het kan omgezet worden van de ene naar de andere vorm terwijl de hoeveelheid energie constant blijft.</p>		
---	--	--

### **Verwervingsfase (10min)**

#### Degradatie van energie

Als we een fietswiel zouden remmen met onze handen, dan zal het wiel eerst tegen je hand wrijven tot het stilstaat. Je oefent dus een wrijvingskracht uit op het wiel. De temperatuur van je hand stijgt. De kinetische energie van het wiel is volledig omgezet in niet- nuttige warmte.

Onderaan pagina 90 en bovenaan pagina 91 laten voorlezen door een leerling.

Bij elke energieomzetting ontstaat warmte, die zich in de omgeving verspreid. Deze warmte is verloren en kan niet meer verzameld worden. Ze kan niet meer omgezet worden in nuttige energie en ze is minderwaardig.

#### Wet van behoud van energie

Bij het verrichten van arbeid wordt geen energie gemaakt en gaat er geen verloren. Energie kan alleen maar veranderen van vorm of overgedragen worden op een ander voorwerp.

### **Stappenplan**


- Overlopen wat er met een fietswiel gebeurt als je het stopt met je handen
- Overlopen pagina 90 onderaan.
- Kader pagina 91 markeren.
- Behoud van energie uitleggen en kader pagina 93 markeren.
- Voorbeeld 2, pagina 93 invullen
- Als er nog tijd is, overlopen we ook voorbeeld 1

### **Kernvragen**

Als ik hier nu een fietswiel had dat heel hard draaide, zou iemand dat dan willen stoppen met zijn handen? Waarom niet? Hoe komt het dat het warm wordt? Wat is er met de kinetische energie gebeurd?

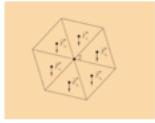
## Bordplan

**Kracht F**  
Eenheid is newton



**Zwaartekracht F<sub>z</sub>**

**Zwaartepunt Z**



### Zwaarte-energie:

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$\Delta E = m \cdot g \cdot h \text{ en } \Delta E = E_z - E_{z_0}$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h$$

### Kinetische energie:

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

### Veerenergie:

$$W = (k \cdot l^2)/2 \text{ met } k \text{ de } \underline{\text{krachtconstante}}$$

$$\Delta E_v = (k \cdot l^2)/2$$

$$\Delta E_v = E_v - E_{v_0} \text{ en } E_{v_0} \text{ is nul als de veer niet uitgerokken wordt}$$

$$E_v = (k \cdot l^2)/2$$