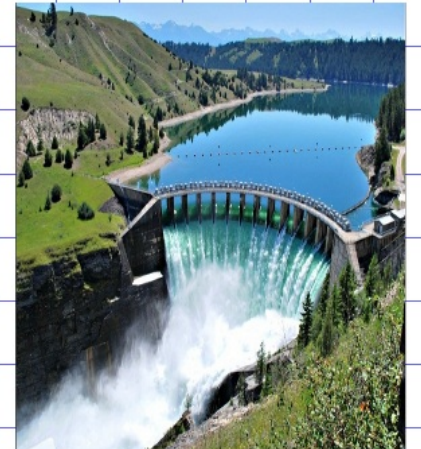


Hoofdstuk 7 Energie omzetten



Je zult succesvol zijn op het proefwerk als...

§7.1 A. Je weet welke **energievormen** er zijn en hoe deze vormen in elkaar omgezet kunnen worden.

B. Je kunt rekenen aan **bewegingsenergie** met de formule $E_k = 1/2 \times m \times (v)^2$.

C. Je kunt rekenen aan **zwaarte-energie** met de formule $E_z = m \times g \times h$ of $E_z = F_z \times h$

D. Je voorbeelden kunt noemen van **potentiele energie**.

§7.2 E. Je weet wat bedoeld wordt met de energievorm **arbeid** en je hier aan kunt rekenen met de formule $W = F \times s$.

F. Je weet wat bedoeld wordt met **positieve en negatieve arbeid, netto arbeid** en de **gouden regel**.

§7.3 G. Je kunt rekenen aan arbeid als de kracht en de verplaatsing **onder een hoek** met elkaar staan met $W = F \times s \times \cos \alpha$.

I. Je kunt rekenen aan **veerkracht** met $F = C \times u$ en aan **veerenergie** met $E_v = 1/2 C (u)^2$.

§7.4 J. Je kunt rekenen aan **vermogen** met $P = E/t$ en $P = F \times v$.

K. Je kunt rekenen aan **chemische energie** met $E_{ch} = r_v \times V$ en $E_{ch} = r_m \times m$.

L. Je kunt rekenen aan **luchtweerstand** met $F_{lw} = 1/2 \times \rho \times c^w \times A \times (v)^2$.

begeleidings-
lessen: ma
+ do, 7^e uur

SUPERLEERDOEL vh hele hoofdstuk:

Je kunt allerlei dingen uitrekenen door energiebehoud toe te passen.

24/9

27/9

30/9
TOETS

Grootheid	symbol in formule	Eenheid			symbol van de eenheid
energie	E	joule	kiloWattuur	calorie	J kWh cal
bewegingsenergie	E _k	joule			
zwaarte-energie	E _z	joule			
arbeid	W	joule			
veerenergie/elastische energie	E _v	joule			
chemische en. uit verbranding	E _{ch}	joule			
vermogen	P	joule per seconde	watt		J/s W
kracht	F	newton			N

Grootheid

symbool in
formule

Eenheid

symbool van
de eenheid

verplaatsing

s

meter

m

hoogte(verschil)

h

meter

uitrekking

u

meter

snelheid

v

meter per seconde

m/s

massa

m

kilogram

kg

tijdsduur

t

seconde

s

rendement

η

- geen eenheid -

Constanten en stofeigenschappen

dichtheid (vd lucht), ρ

luchtweerstandscoefficient, C_w

stookwaarde, r_v en r_m

veerconstante, C

(frontaal) oppervlak, A

versnelling door zwaartekracht, g

Welke formules zijn beschreven in dit hoofdstuk?

$$E_{ch} = r_m \cdot m$$

$$E_{ch} = r_v \cdot V$$

$$\eta = \frac{E_{nut}}{E_{tot}} \times 100\%$$

$$F_{LW} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_w \cdot A \cdot v^2$$

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

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

$$E_v = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2$$

$$C = \frac{F}{u}$$

$$W = F \cdot s$$

$$\Sigma W = \Delta E_k$$

$$P = F \cdot v$$

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

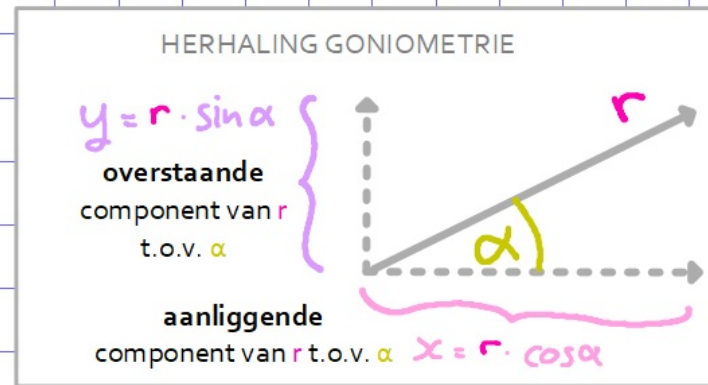
STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, doe tussenstappen, en reken uit.

GOUDEN TIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

GONIOMETRISCHE VERHOUDINGEN



Hoofdstuk 7 Energie omzetten

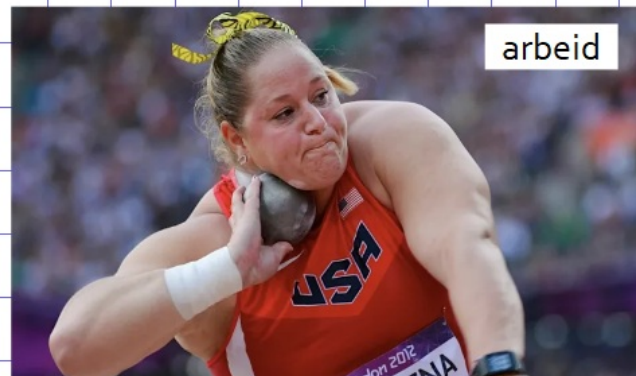
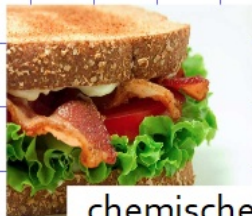
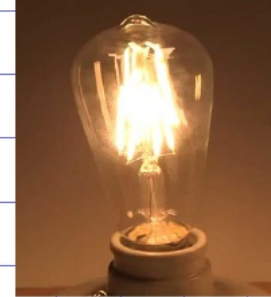
- *CONTEXT* -

De volgende pagina's geven interessante achtergrondinformatie bij de stof van dit hoofdstuk zoals voorbeelden uit de natuur van de verschijnselen of technische toepassingen van de natuurkundige inzichten bij deze verschijnselen. Zulke achtergrond informatie heet ook wel context. Het is niet noodzakelijk om deze pagina's te bestuderen voor het proefwerk maar het is wel interessante kennis!

"Welke vormen van energie bestaan er?"



stralingsenergie



"Hoe zijn de verschillende soorten energie te berekenen?"

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

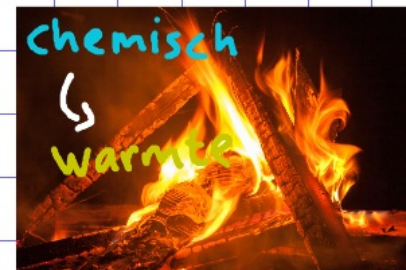
hoogte: $E_z = m \cdot g \cdot \Delta h$

warmte:
(opgenomen door
bijv. water) $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

arbeid: $W = F \cdot s$

elektrisch: $E = U \cdot I \cdot \Delta t$

chemisch:
(vrijgekomen door
verbranding) $Q = m \cdot H$



"Hoe wordt elektriciteit opgewekt uit verbranding?"



opwarming
van water
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

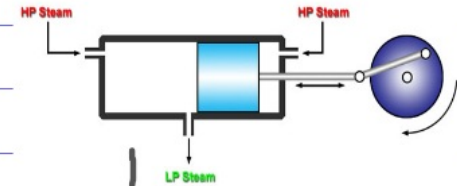
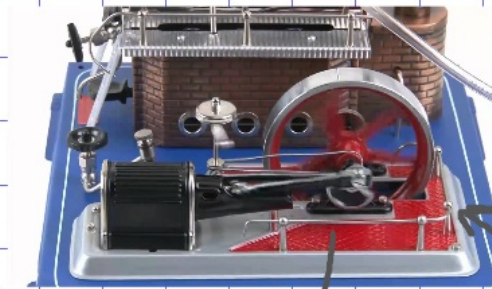


chemische
energie

$$Q = m \cdot H$$

warmte

arbeid:
 $W = F \cdot s$



kinetische
energie

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

elektrische
energie

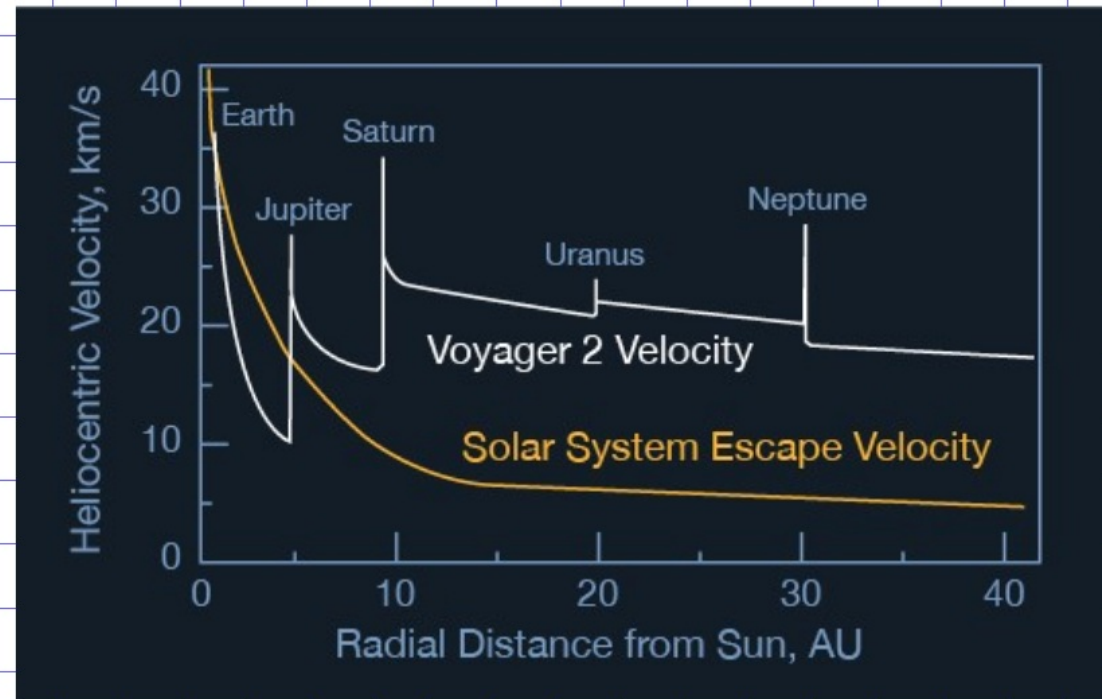
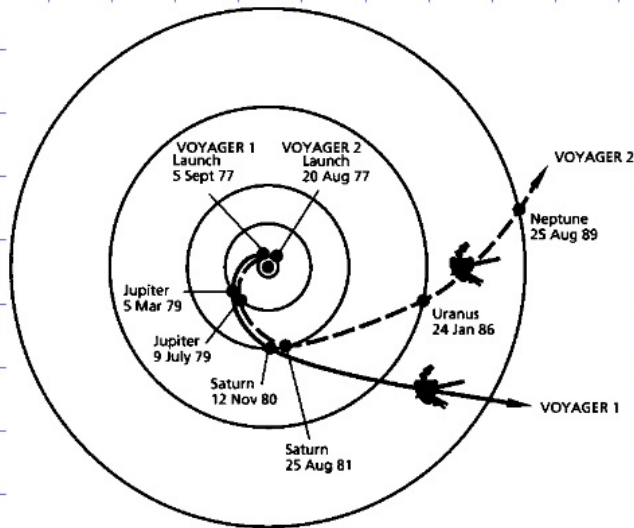
$$E = U \cdot I \cdot t$$

$$I = 17 \text{ mA}$$

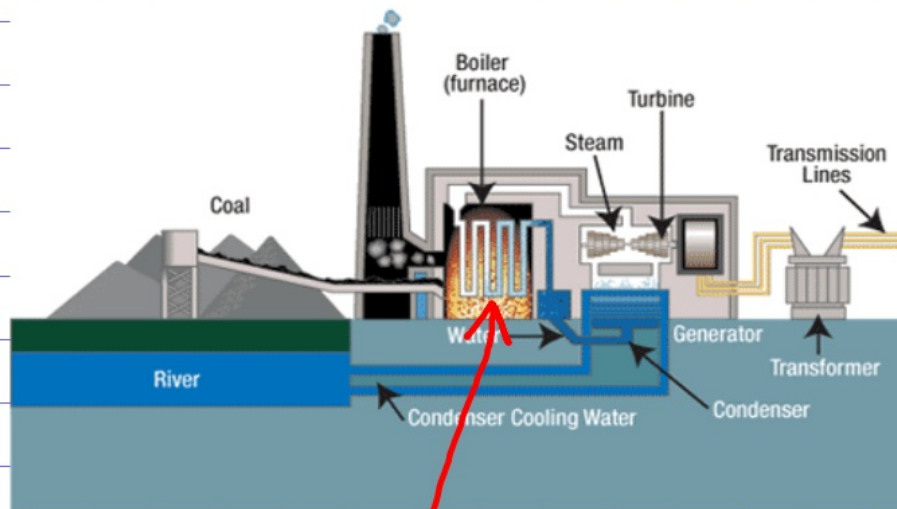
$$U = 3,1 \text{ V}$$

Farada's Law (PhET)

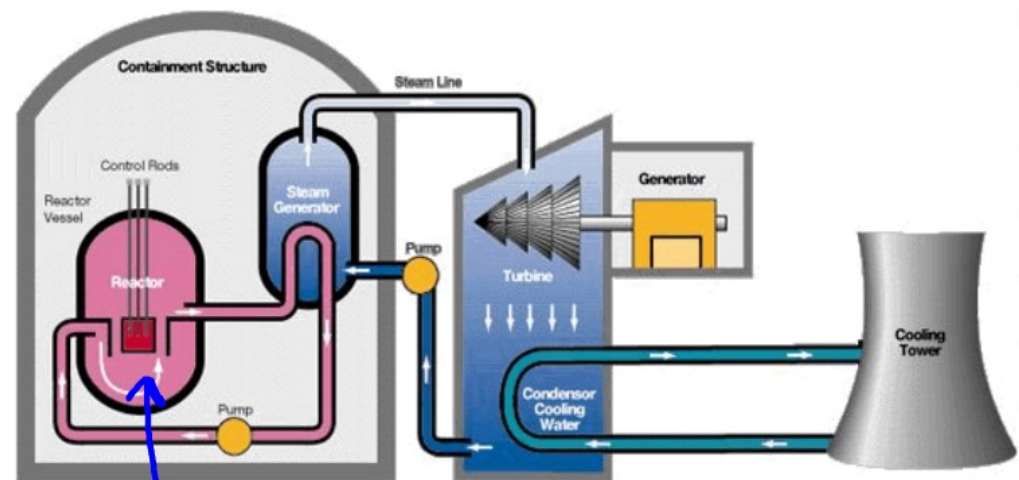
"Hoe werkt een 'gravity assist'?"



"Hoe werken elektriciteitscentrales?"



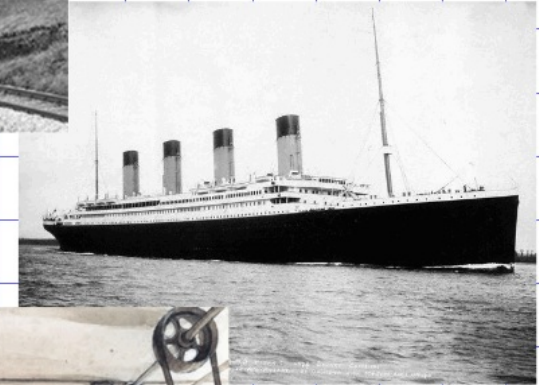
water koken
door steenkool
te verbranden



water koken door
kernsplijting van
uranium



"Hoe zijn stoommachines nog meer nuttig geweest?"



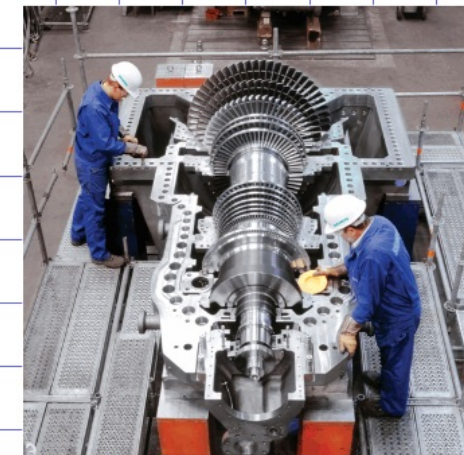
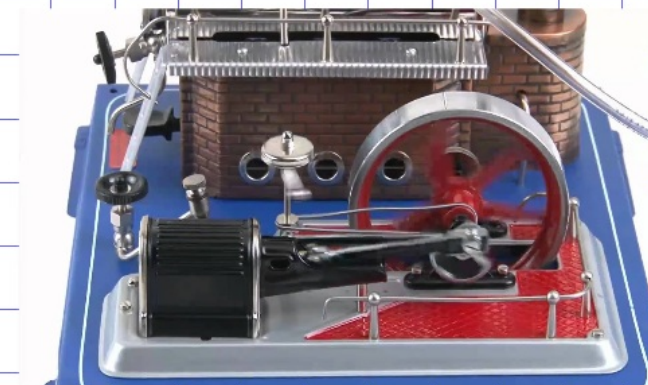
Prior to the Industrial Revolution, and even during its early years, entrepreneurs provided poor families with raw materials for spinning, weaving, and garment making in their own homes. Early 19th-century print of English family sewing uniforms for the British army under the domestic, or putting-out, system that preceded the factory system.



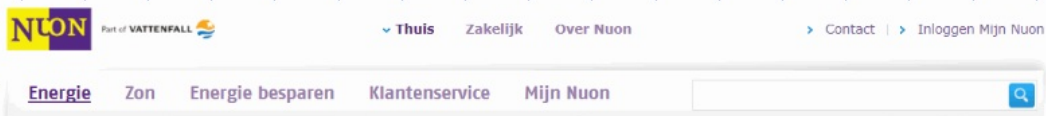
"Hoe werken stoommachines?"



hero's motor



"Hoeveel moet je betalen voor energie?"



Variabele prijzen stroom en gas

Nuon Stroom en Nuon Gas voor een variabele prijs

De prijzen van **standaard energie**: Nuon Stroom en Nuon Gas zijn variabel. Dit betekent dat de prijzen kunnen veranderen. Dit gebeurt 2 keer per jaar. Dit is afhankelijk van de inkooprijzen van energie. Daalt de inkoopprijs van energie, dan profiteert u hiervan.

Nuon Stroom

De genoemde prijzen gaan in op 1 juli 2013.

Genoemde prijzen zijn in euro, per kWh, inclusief 21% btw en exclusief netbeheer. Het tarief in de kolom 'Energiebelastingen' is inclusief de heffing 'opslag duurzame energie'. De prijzen inclusief energiebelastingen gelden tot een verbruik van 10.000 kWh. Verbruikt u meer elektriciteit of wilt u specifieke informatie over de energiebelastingen? Bekijk meer informatie over energiebelasting.

Tariefsoort Stroom	Leveringstarief	Energiebelastingen	Totaal
Continu tarief	€ 0,0858	€ 0,1423	€ 0,2281
Nachttarief laag	€ 0,0744	€ 0,1423	€ 0,2167
Nachttarief hoog	€ 0,0943	€ 0,1423	€ 0,2366
Avondtarief laag	€ 0,0765	€ 0,1423	€ 0,2188
Avondtarief hoog	€ 0,0961	€ 0,1423	€ 0,2384
Vastrecht per maand		€ 2,49	
Teruggave energiebelasting per maand		€ 32,13	

Klant worden is zo geregeld

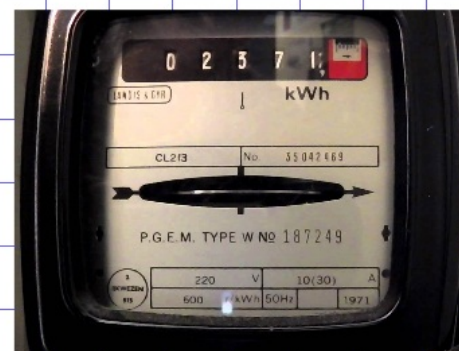
Wij regelen alles. U houdt gewoon stroom en gas. U hoeft zich geen zorgen te maken over het papierwerk. Vul uw gegevens in en wij zorgen voor de opzegging bij uw huidige leverancier.

[Direct aanvragen](#)

Energieadvies

Welke energie past bij mij?

Ontdek in 1 minuut welk



"Wat wordt verstaan onder het energievraagstuk?"



aardgas



steenkool



olie



"Wat zijn duurzame energiebronnen?"



"Hoeveel energie is 1 Joule?"



Een gloeilamp van 100W verbruikt **100 Joule** aan elektrische energie per seconde.

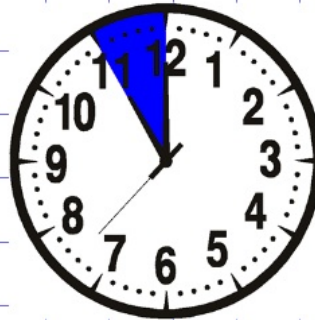
Om 1 L water aan de kook te brengen kost het ongeveer **360.000 Joule** aan energie.



"Hoeveel energie is 1 kiloWattuur?"



Een wasmachine van 1000 W (oftewel 1kW) zet per seconde **1000 Joules** aan elektrische energie om in warmte en bewegingsenergie.



Als de wasmachine 1 uur gedraaid heeft...

... dan is 1 kW omgezet x 1 uur lang = **1 kWh!**

... dat is dan 1000 Joules per seconde x 3600 seconden = **3.600.000 Joules** aan energie.

Tariefsoort Stroom	Leveringstarief per kWh
Continuutarief	€ 0,0909
Nachttarief laag	€ 0,0775
Nachttarief hoog	€ 0,1002
Avondtarief laag	€ 0,0795
Avondtarief hoog	€ 0,1021

"Hoeveel energie is 1 calorie?"



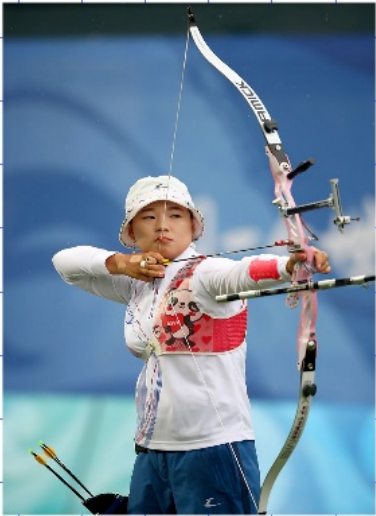
In een sneetje volkorenbrood
zit ongeveer **80 kcal** aan
chemische energie



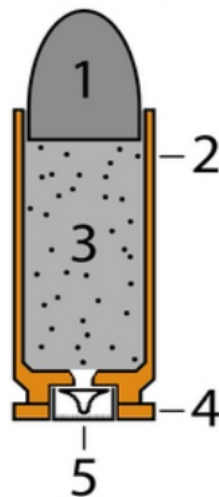
Mannen hebben dagelijks **2500 kcal** aan energie
nodig, vrouwen **2000 kcal**. Voor elke 10 min
joggen heb je ongeveer **100 kcal** extra nodig.

1 kcal = 4,2 kJ, dus per dag
heb je ongeveer 8.000 tot
10.000 kJ nodig (2500 kcal)

"Hoe hard worden deze projectielen afgeschoten?"



"Met welke snelheid verlaat de kogel de loop?"



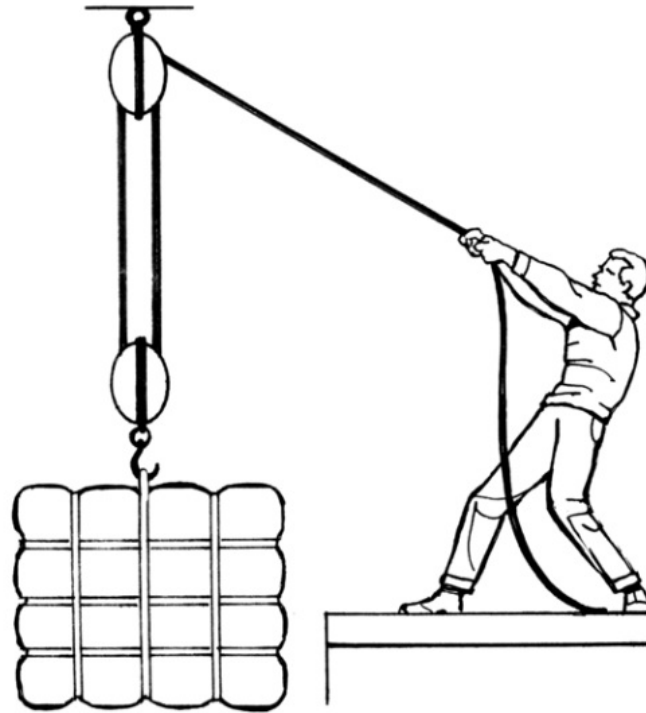
"Hoe maken hefboomen zwaar werk makkelijker?"



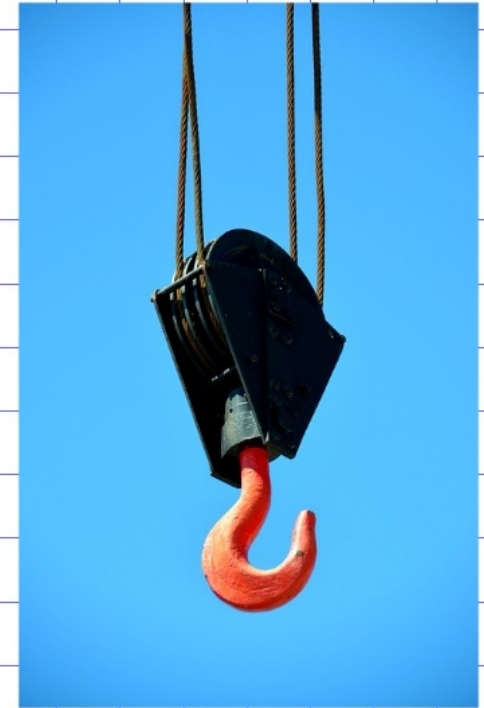
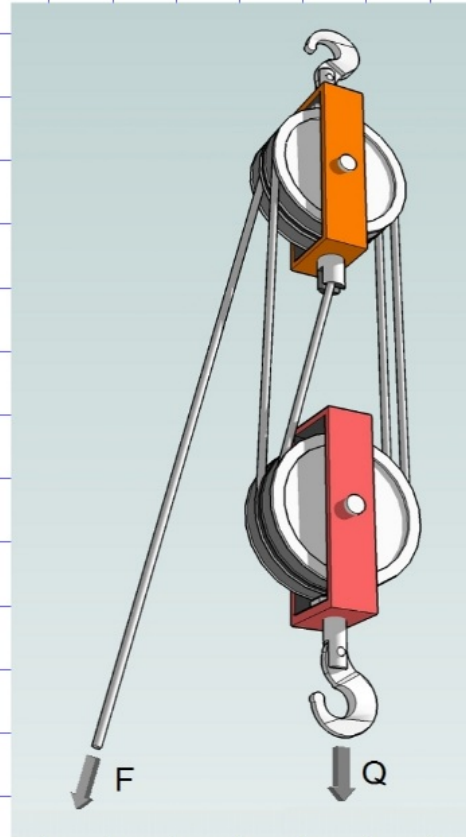
"Hoe maken hefboomen zwaar werk makkelijker?"



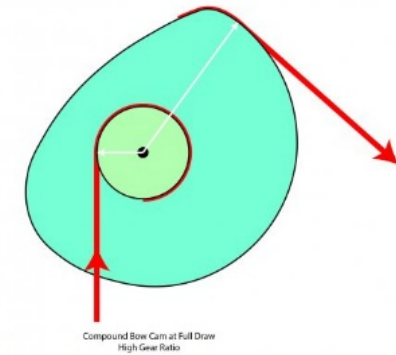
"Hoe maken katrollen en takels zwaar werk makkelijker?"



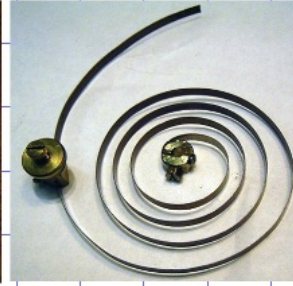
"Hoe maken katrollen en takels zwaar werk makkelijker?"



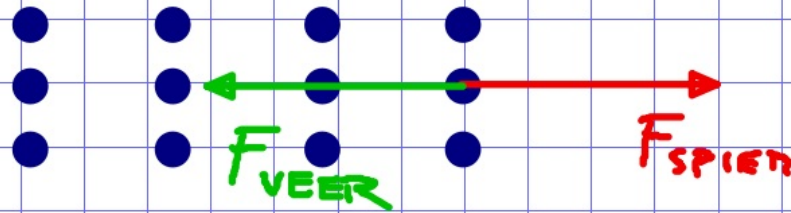
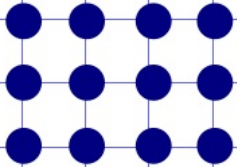
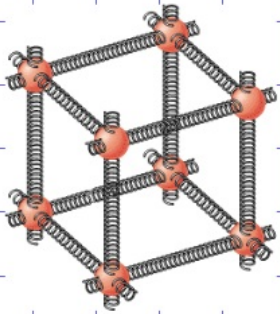
"Wat is het voordeel van een compoundboog t.o.v. een gewone boog?"



"Hoe worden veerkracht en veerenergie nuttig gebruikt?"



"Hoe ontstaan veerkracht en veerenergie?"



"Wat is het voordeel van een compoundboog t.o.v. een gewone boog?"

recurve

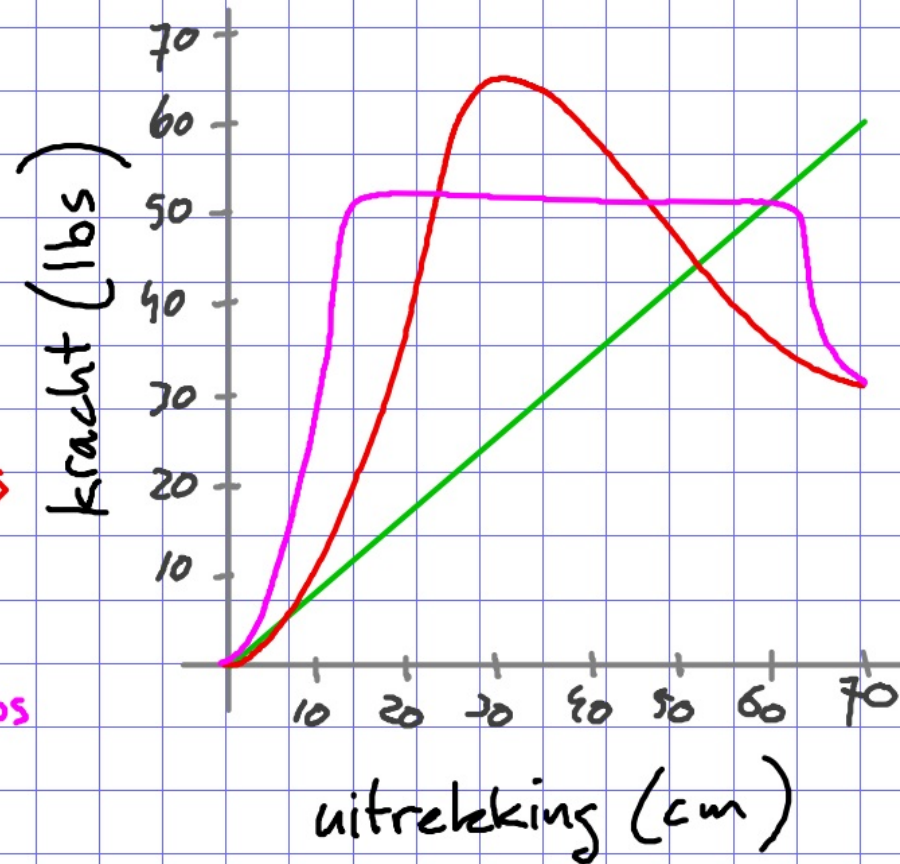
- max kracht: 60 lbs

compound 1

- max kracht: 65 lbs

compound 2

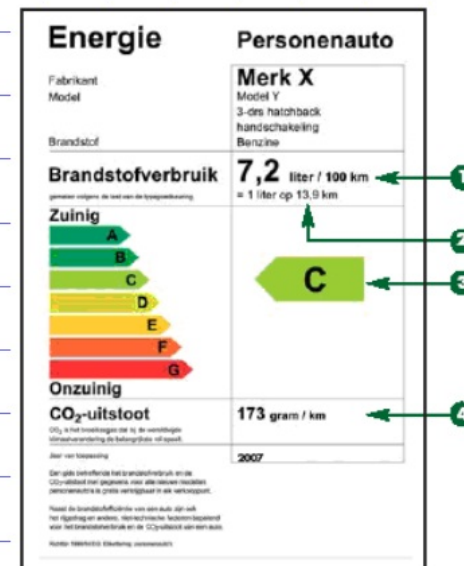
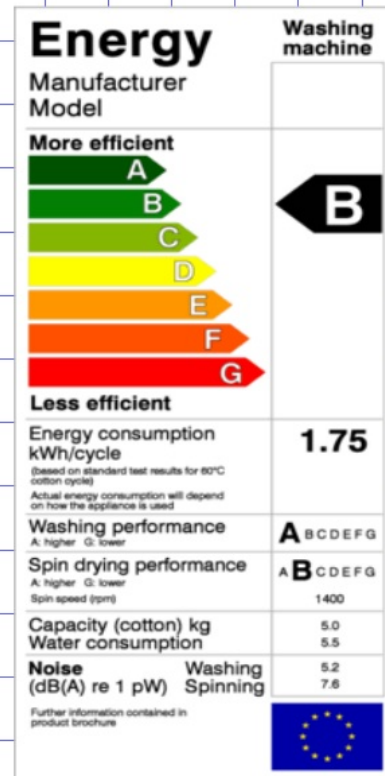
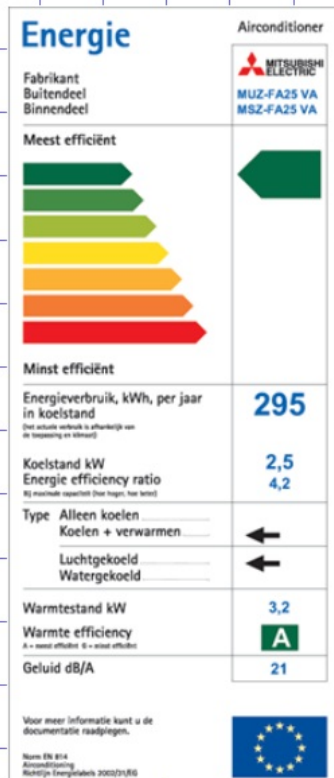
- max kracht: 52 lbs



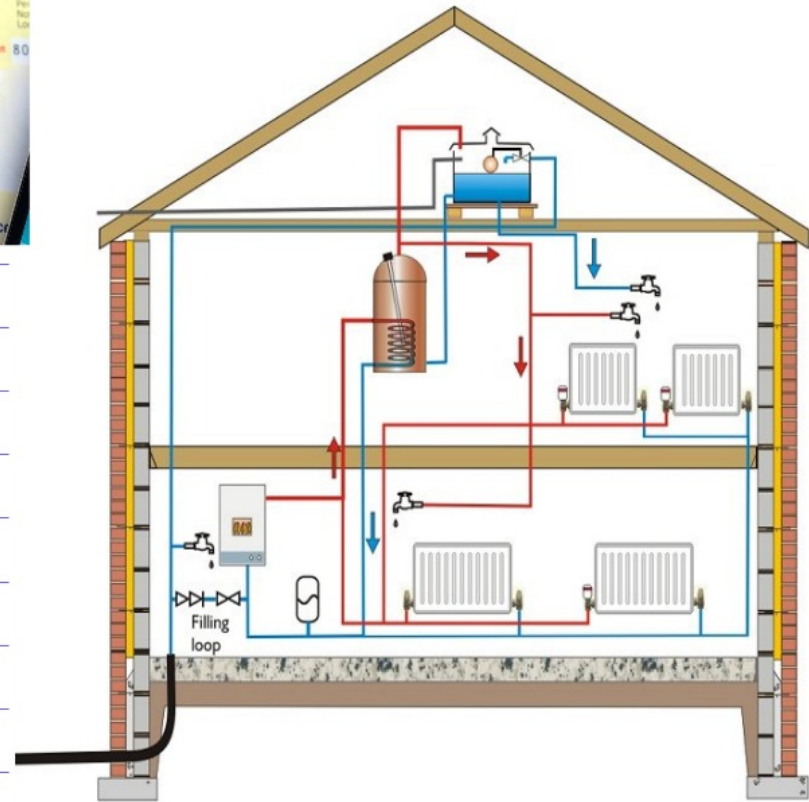
"Hoe kun je hoogteverschil gebruiken als energie-opslag?"



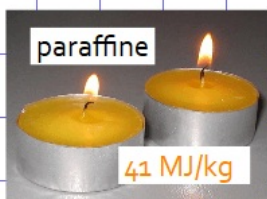
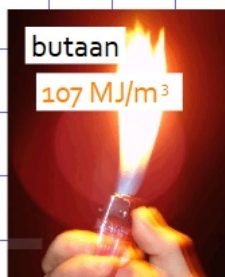
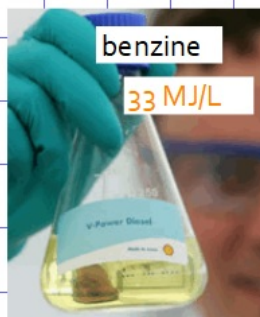
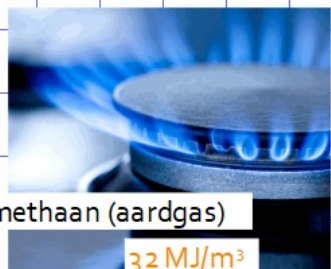
"Hoe kun je energielabels aflezen?"



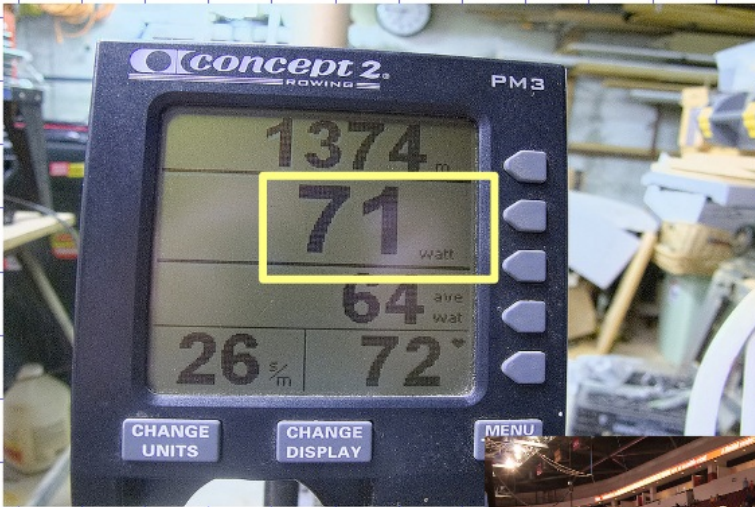
"Hoeveel energie is nodig om 1L water met 1°C te verwarmen??"



"Welke brandstoffen bestaan er en hoeveel energie zit er in?"



"Waar kom je energie en vermogen tegen in de sport?"



"Wat betekent paardekracht in auto's?"

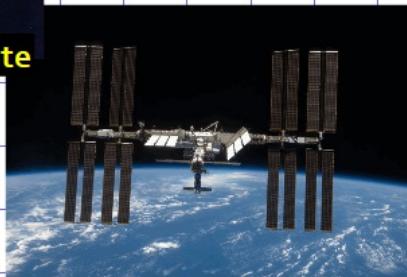


$1 \text{ pk} = 0,7 \text{ kW}$

"Is er altijd een kracht nodig voor beweging?"



"Is er altijd een kracht nodig voor beweging?"



SpaceX Dragon Launch 5 dec (YouTube)

Tool Bag Lost in Space (YouTube)

"Welke tegenwerkende krachten zijn er?"



wrijving



luchtweerstand



rolweerstand

[BMW 1200 Speedometer \(YouTube\)](#)

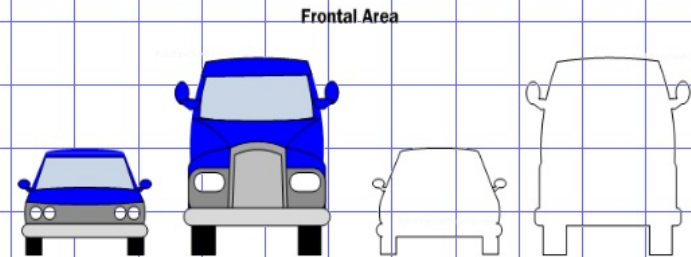
"Welke factoren bepalen de luchtweerstand?"



vorm van het voertuig



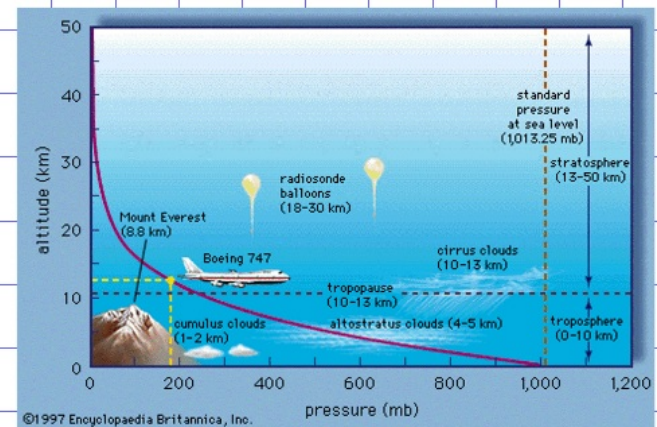
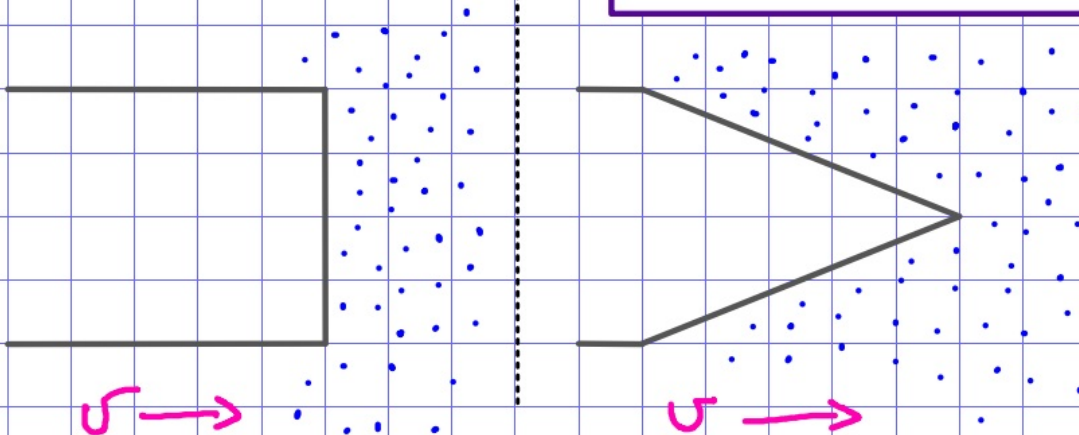
snelheid



frontaal oppervlak

luchtweerstand:

$$F_{\text{luchtw}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_w \cdot A \cdot v^2$$



dichtheid vd lucht

"Hoe ga je met zo min mogelijk moeite zo hard mogelijk?"



"Wat is het verschil tussen kracht, energie en vermogen?"



Tony Robbins, motivational speaker

"Tony is a **forceful** speaker."

$F = ?$ (N)

"Tony is an **energetic** speaker."

$E = ?$ (J)

"Tony is a **powerful** speaker."

$P = ?$ (W)

Hoofdstuk 7 Energie omzetten

- ***BONUSVRAGEN*** -

Hier staan de bonusvragen bij dit hoofdstuk. Deze vragen zijn bedoeld om je te laten nadenken over wat je geleerd hebt. Soms moet je kennis reproduceren of een geoefende techniek laten zien. Ook zitten hier inzichtvragen tussen waarvoor je geleerde kennis op een nieuwe en creatieve manier moet toepassen. Deze vragen zijn zeer nuttig om voor een proefwerk nog een keer langs te lopen!

"Wie leveren de meeste energie en wie het meeste vermogen?"

- BONUSVRAAG! -



sprinters: 100 m in 10 s

($v = 36 \text{ km/u}$)



marathonlopers: 42195 m in 2u en 10 min

($v = 20 \text{ km/u}$)

"Welke vormen van energie zie je hier?"



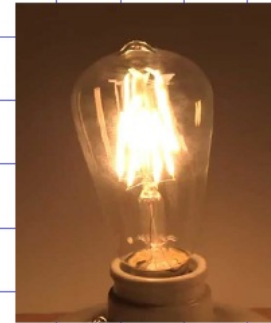
- BONUSVRAAG! -

1



"Welke vormen van energie zie je hier?"

- BONUSVRAAG! -



"Welke energieomzettingen herken je hier?"

- BONUSVRAAG! -



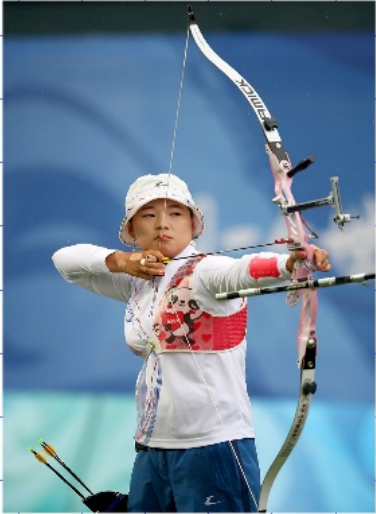
"Welke krachten zie je hier afgebeeld?"

- BONUSVRAAG! -

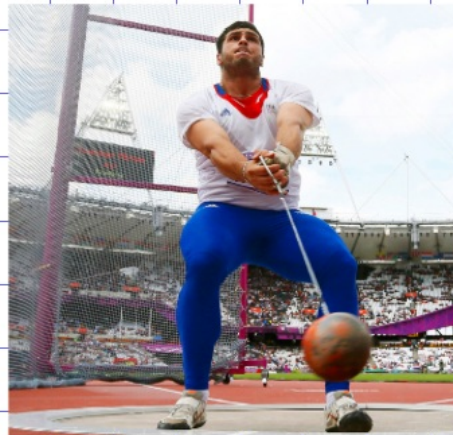


"Welke krachten zie je hier afgebeeld?"

- BONUSVRAAG! -



1



"Welke tegenwerkende krachten zie je hier?"

- BONUSVRAAG! -

1a



"Welke beschrijvingen gaan over energie en welke over vermogen?"

- BONUSVRAAG! -

Veel **Energie** (E)

Veel **Vermogen** (P)

Een marathonloper.
Een sprinter.

Een felle zaklamp.
Een zaklamp met
grote batterijen.

Een bergbeklimmer met
grote beenspieren.
Een bergbeklimmer met
een rugzak vol eten.

kWh Joule per seconde
kiloJoule Watt kW calorie

Een wagen met een
volle tank benzine.

Een sportwagen met
een grote motor.

"Welke beschrijvingen gaan over kracht en welke gaan over energie?"

- BONUSVRAAG! -

Energie (E)

Een marathonloper.

Een bergbeklimmer
met een rugzak vol
eten.

Hoeveel je moet betalen voor
elektriciteit en verwarming.

Als je moe bent na een
lange, zware wandeling.

Met welke snelheid een pijl door
een handboog afgeschoten wordt.

De tank van je auto vullen
bij een benzinestation.

Kracht (F)

Een gewichtheffer.

Een bergbeklimmer
met grote
beenspieren.

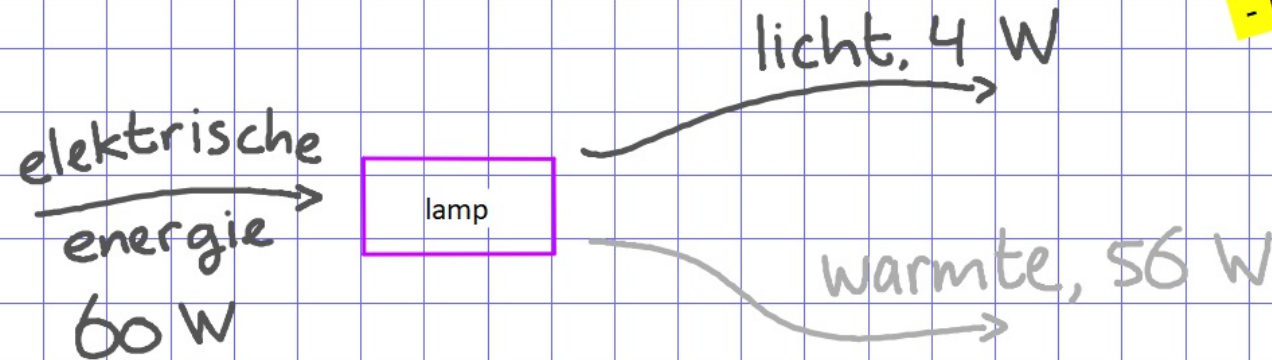
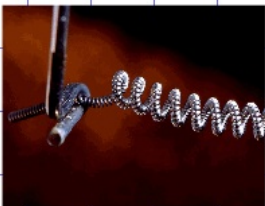
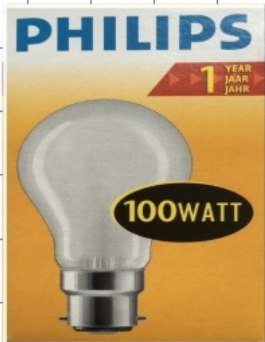
Als je een zware kast
moet optillen.

Hoe zwaar het is om een
handboog uitgetrokken te houden.

De motor van je auto opvoeren
zodat je harder kunt optrekken.

"Wat is het rendement van deze lamp?"

- BONUSVRAAG! -



$$\eta = \frac{4 \text{ W}}{60 \text{ W}} \times 100 \% = 6,7 \%$$

Rendementsformule:

$$\eta = \frac{\text{nuttig vermogen UIT}}{\text{totaal vermogen IN}} \times 100\%$$

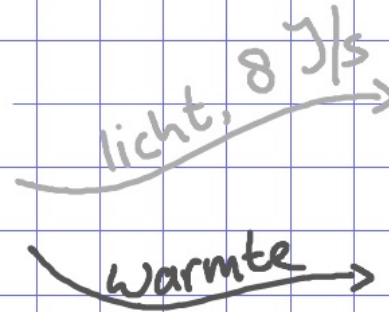
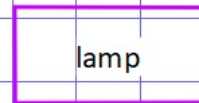
"Wat is het elektrische vermogen van deze lamp?"

- BONUSVRAAG! -



elektrische
energie →

rendement = 40%



$$\eta = \frac{P_{\text{licht}}}{P_{\text{elektrisch}}} \times 100\%$$

$$40\% = \frac{8 \text{ J/s}}{P_{\text{el.}}} \times 100\%$$

$$40 = \frac{8 \text{ J/s}}{P_{\text{el.}}} \times 100$$

$$0,40 = \frac{8 \text{ J/s}}{P_{\text{el.}}}$$

$$P_{\text{el.}} = \frac{8 \text{ J/s}}{0,40} = 20 \text{ J/s}$$

Rendementsformule:

$$\eta = \frac{\text{nuttig vermogen UIT}}{\text{totaal vermogen IN}} \times 100\%$$

"Hoeveel licht-energie geeft deze lamp per seconde?"

- BONUSVRAAG! -



elektrische
energie: 30 J

rendement = 20%

lamp

licht

warmte

$$20\% = \frac{E_{\text{licht}}}{30} \times 100\%$$

$$20 = \frac{E_{\text{licht}}}{30} \times 100$$

$$0,20 = \frac{E_{\text{licht}}}{30} \rightarrow E_{\text{licht}} = 0,20 \cdot 30$$

$$E_{\text{licht}} = 6 \text{ J}$$

Rendementsformule:

$$\eta = \frac{\text{nuttig vermogen UIT}}{\text{totaal vermogen IN}} \times 100\%$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

"Welke maximale hoogte bereikt deze steen?"

- BONUSVRAAG! -

Je gooit een steen omhoog met een snelheid van 10 m/s. Reken uit welke maximale hoogte de steen zal bereiken. Gebruik $g = 10$ en reken dit uit uit je hoofd.

$$E_z = m * g * h$$

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

Inzicht: alle kinetische energie die de steen heeft wordt omgezet in zwaarte-energie.



$$g \cdot h = \frac{1}{2} v^2$$

$$h = 5 \text{ m}$$

Hoofdstuk 7 Energie omzetten

- UITLEG & AANTEKENINGEN -

De volgende dia's zijn de aantekeningen die je in de les overgenomen hebt. Alles wat hier tussen de rode lijnen staat zou ook in je schrift moeten staan. Dit is de essentiële stof voor het proefwerk en deze moet je proberen volledig te begrijpen. Je vindt hier ook de tekst bij de bordoefeningen waarvan je als het goed is alleen de uitwerkingen hebt opgeschreven.

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

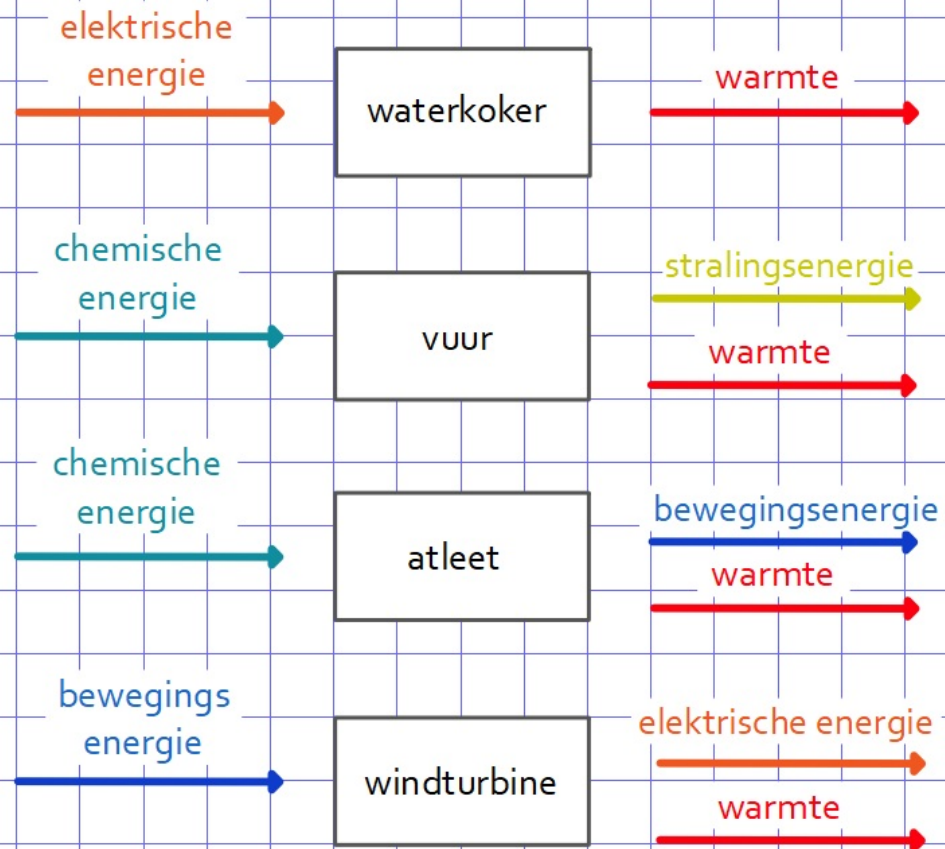
§ 7.1 Energiesoorten

Er bestaan verschillende **soorten energie**. Voorbeelden uit hfd 7 zijn: bewegingsenergie, zwaarte-energie, stralingsenergie, warmte, arbeid, veer-energie, chemische energie en elektrische energie.



De verschillende vormen van energie kunnen in elkaar worden **omgezet**:

Bijvoorbeeld:



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten



1. Bewegingsenergie uitrekenen:

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

(bew. energie) kg m/s
(massa) (snelheid)

Bord oefening 3a:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,800 \text{ kg} \cdot (20,0 \text{ m/s})^2 = 160 \text{ J}$$

Bord oefening 3b:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,0035 \text{ kg} \cdot (700 \text{ m/s})^2 = 8,6 \cdot 10^2 \text{ J}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Bord oefening 3a: Bereken de bewegingsenergie van een voetbal van 0,800 kg die met een snelheid van 20,0 m/s wordt weggeschoten.

Bord oefening 3b: Een kogel ($m = 3,5 \text{ g}$) wordt afgeschoten met een snelheid van 700 m/s. Reken uit hoeveel bewegingsenergie de kogel heeft.



2. Zwaarte-energie uitrekenen:

zwaarte-energie (hoogte) $E_z = m \cdot g \cdot h$ (hoogte)
kg (massa) $9,81$ t.o.v. een zelfgekozen referentieniveau (meestal de grond of zeeniveau)

Bordoeffening 4a:

$$E_z = 400 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 60 \text{ m} = 2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Bordoeffening 4a: Een achtbaankarretje met passagiers (totale massa, $m = 400 \text{ kg}$) wordt naar het hoogste punt vd baan getakeld dat 60 m boven het instap-uitstapgedeelte van de baan ligt. Reken uit hoeveel zwaarte energie het karretje op het hoogste punt gewonnen heeft.



3. Je hebt na een energieomzetting evenveel energie van de nieuwe soort als dat je had van de andere soort. Dit heet "**behoud van energie**".

• Bordoeffening 4b:

$v = ?$

$m = 400 \text{ kg}$

$E_z = 2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$

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

$E_z = E_k \text{ (inzicht)}$

$$\rightarrow 2,4 \cdot 10^5 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 400 \text{ kg} \cdot (v)^2$$

$$1177,2 = (v)^2$$

$$v = 34 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Bordoeffening 4b: Ga er van uit dat alle zwaarte-energie onderaan de eerste afdaling omgezet is in bewegingsenergie en reken uit welke snelheid het karretje dan heeft.



$\rightarrow m = 400 \text{ kg}$
 $\rightarrow \text{dit was } 2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$
tip: alle E_z wordt E_k

[Walter Lewin, Cannonball \(YouTube\)](#)

[Skate Park \(PhET\)](#)

Op elk moment tijdens de overgang blijft de totale energie gelijk, alleen gaat er steeds meer van de ene soort over in de andere.

Bord oefening 4c:

$v = ?$ (op 20 m boven laagste punt)

Op hoogste punt: $E_z = 2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$

$m = 400 \text{ kg}$

Op gerooide punt: $h = 20 \text{ m}$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$\rightarrow$ op 20 m: $E_z = 400 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 20 \text{ m}$

$$E_z = m \cdot g \cdot h$$
$$E_z = 7,8 \cdot 10^4 \text{ J}$$

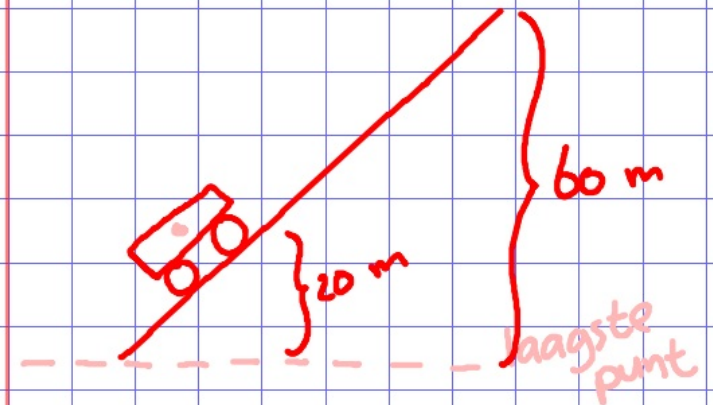
$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

principe: energiebehoud, $E_z + E_k = 2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$
op elk punt op de helling

$$E_k = 2,4 \cdot 10^5 \text{ J} - E_z = 2,4 \cdot 10^5 \text{ J} - 7,8 \cdot 10^4 \text{ J} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten



Bord oefening 4c: Reken uit hoeveel zwaarte-energie en hoeveel bewegings-energie het karretje heeft als het nog op 20 meter boven de onderkant van de helling is.



Skate Park (PhET)

Bordoeffening 5

$$v = ?$$

$$m = 391 \text{ kg}$$

$$h = 78 \text{ m}$$

$$g = 9,81$$

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

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

$$E_z = E_k$$

cruciaal
inzicht

$$E_z = 391 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 78 \text{ m}$$

$$E_z = 299185 \text{ J}$$

$$299185 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$299185 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 391 \cdot v^2$$

$$299185 \text{ J} = 195,5 \cdot v^2$$

$$\frac{299185}{195,5} = v^2 \rightarrow v^2 = 1530$$

$$v = 39 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Bordoeffening 5: Een achtbaankarretje met een massa van 391 kg wordt tot een hoogte van 78 m getakelt. Van daar rijdt het naar beneden. Reken uit welke snelheid het heeft als het onderaan de helling aankomt.

Bordoeffening 6: Een kogel ($m = 0,004 \text{ kg}$) wordt omhoog afgeschoten met een snelheid van 820 m/s. Reken uit hoe hoog de kogel komt.

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Borddoefening 6

$h = ?$

$$m = 0,004 \text{ kg}$$

$$v = 820 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81$$

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

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

$$E_k = E_z$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,004 \text{ kg} \cdot (820)^2$$

$$E_k = 0,002 \text{ kg} \cdot 672400$$

$$E_k = 1345 \text{ J}$$

$$\hookrightarrow \text{dus } E_z = 1345 \text{ J}$$

$$1345 = 0,004 \cdot 9,81 \cdot h$$

$$1345 = 0,039 \cdot h$$

$$h = \frac{1345}{0,039} = 34271 \text{ m}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Borddoefening 6: Een kogel ($m = 0,004 \text{ kg}$) wordt omhoog afgeschoten met een snelheid van 820 m/s . Reken uit hoe hoog de kogel komt.

Borddoefening 7: Reken uit met welke snelheid een kogel ($m = 5 \text{ g}$) moet worden afgevuurd om een hoogte van 50 km te bereiken.

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Bordoefening 7:

$$v = ?$$

$$m = 5 \text{ g} = 0,005 \text{ kg}$$

$$g = 9,81$$

$$h = 50 \text{ km} = 50\,000 \text{ m}$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h \rightarrow E_z = 0,005 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 50\,000 \text{ m}$$

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

$$E_z = 2453 \text{ J}$$

$$E_z = E_k$$

$$2453 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 0,005 \text{ kg} \cdot v^2$$

$$4905 = 0,005 \cdot v^2$$

$$\frac{4905}{0,005} = v^2$$

$$981000 = v^2$$

$$v = 990 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Bordoefening 7: Reken uit met welke snelheid een kogel ($m = 5 \text{ g}$) moet worden afgevuurd om een hoogte van 50 km te bereiken.

Bordoefening 8: Reken uit van welke hoogte een achtbaankarretje ($m = 550 \text{ kg}$) minstens moet worden losgelaten zodat het onderaan de helling een snelheid van 120 km/u heeft.

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Bordoeffening 8:

$$h = ?$$

$$m = 550 \text{ kg}$$

$$v = 120 \text{ km/u} = 33,3 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81$$

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

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

$$E_z = E_k$$

$$304945 = 550 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot h$$

$$304945 = 5396 \cdot h$$

$$h = \frac{304945}{5396} = 57 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} \cdot 550 \text{ kg} \cdot (33,3 \text{ m/s})^2 \\ &= 275 \cdot 1108,89 \\ &= 304945 \end{aligned}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Bordoeffening 7: Reken uit met welke snelheid een kogel ($m = 5 \text{ g}$) moet worden afgevuurd om een hoogte van 50 km te bereiken.

Bordoeffening 8: Reken uit van welke hoogte een achtbaankarretje ($m = 550 \text{ kg}$) minstens moet worden losgelaten zodat het onderaan de helling een snelheid van 120 km/u heeft.

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

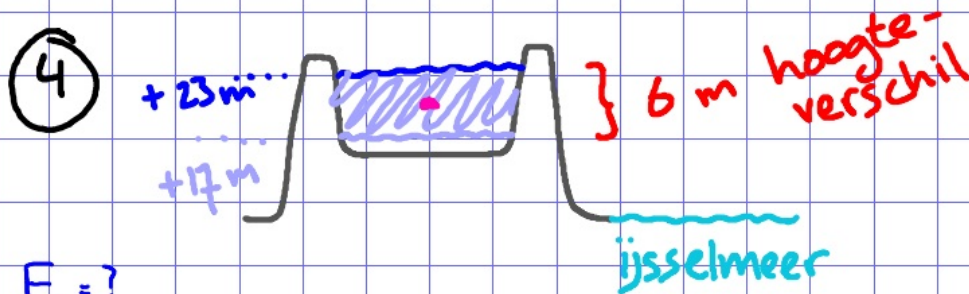
STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.1



$$E_z = ?$$

hoogte zwaartepunt = 20 m

$$A = 55 \text{ km}^2 = 55 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

$$d = 6 \text{ m}$$

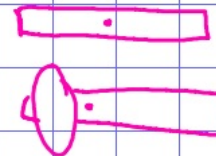
$$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V \rightarrow m = 330 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 = 330 \cdot 10^9 \text{ kg}$$

$$V = A \cdot d \rightarrow V = 55 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \cdot 6 \text{ m} = 330 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$E = m \cdot g \cdot h \rightarrow E_z = 330 \cdot 10^9 \cdot 9,81 \cdot 20 = 6,5 \cdot 10^{13} \text{ J}$$



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

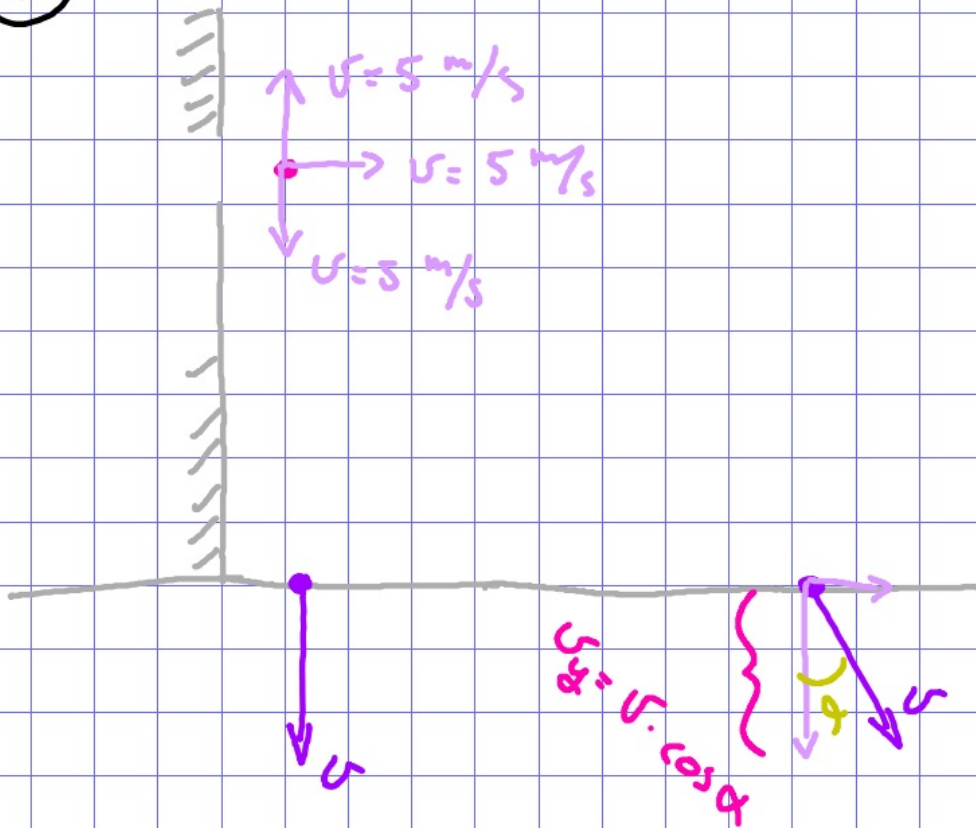
§ 7.1 Energiesoorten

- 4 Ir. Lieveense is in 1979 bekend geworden met zijn plan om in het IJsselmeer een groot energiereservoir aan te leggen. De Markerwaard is helemaal omdijkt, maar nooit drooggelegd. Lieveense stelde voor om het omdijkte gebied met windmolens vol te pompen met water zodat er een energievoorraad zou zijn voor perioden van windstilte. In het plan komt het water maximaal 23 m en minimaal 17 m boven IJsselmeerniveau te staan. De Markerwaard heeft een oppervlakte van 55 km². Bereken hoeveel zwaarte-energie er vrijkomt als de waterstand daalt van het maximale naar het minimale niveau.

nieuw inzicht uit opgave 4: bij hoeveelheden van een stof kun je het *zwaartepunt* nemen om de zwaarte-energie te berekenen.

Opgaven bij § 7.1

6



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Opdracht

- 6 Willem gooit op drie manieren een knikker uit het raam op de vierde verdieping. De eerste keer met een snelheid van 5 m/s recht vooruit. De tweede keer met een snelheid van 5 m/s recht naar beneden en de derde keer met een snelheid van 5 m/s recht omhoog. In welk van deze drie gevallen raakt de knikker met de grootste snelheid de grond? Houd geen rekening met de luchtweerstand.
- A de eerste keer
 - B de tweede keer
 - C de derde keer
 - D De snelheid is in alle drie gevallen gelijk.

nieuw inzicht uit opgave 6: de steen heeft dezelfde snelheid, ongeacht de richting waarin deze gegooid is. De richting die de eindsnelheid heeft is wel anders.

Opgaven bij § 7.1

⑦

$$E_z = E_k \rightarrow \cancel{m} \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot v^2$$

voor na

De auto had al
een snelheid van
30 km/u, dus deze
raakt het water met
 $v = 55 \text{ km/u}$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$v^2 = 2 \cdot 9,81 \cdot 2,4 \text{ m}$$

$$v^2 = 47$$

$$v = 6,7 \text{ m/s} = 25 \text{ km/u}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

Opdrachten

- 7 Een auto rijdt van de kade met een snelheid van 30 km/h. Bereken de snelheid waarmee hij in het 2,4 m lager gelegen water komt.
- 8 Het raam in opdracht 6 bevindt zich op een hoogte van 15 m ten opzichte van de grond. Bereken de snelheid waarmee de knikker op de grond komt in de drie genoemde situaties.
- 9 De Looping Star is een achtbaan in pretpark Slagharen. In het laagste punt van de baan is de snelheid van het treintje 75 km/h. Even later, boven in de looping, is de snelheid nog 32 km/h.
 - a Bereken hoe hoog de looping is.
 - b Na de looping klimt het treintje weer naar een hoogte van 11,5 m. Bereken de snelheid die het daar heeft.

nieuw inzicht uit opgave 7: de massa is niet relevant als het vraagstuk alleen maar over een omzetting tussen E_k en E_z gaat.

Opgaven bij § 7.1

⑨ $h = ?$

punt 1:

$$v = 75 \text{ km/h} = 20,8 \text{ m/s}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (20,8)^2 = 217 \cdot m$$

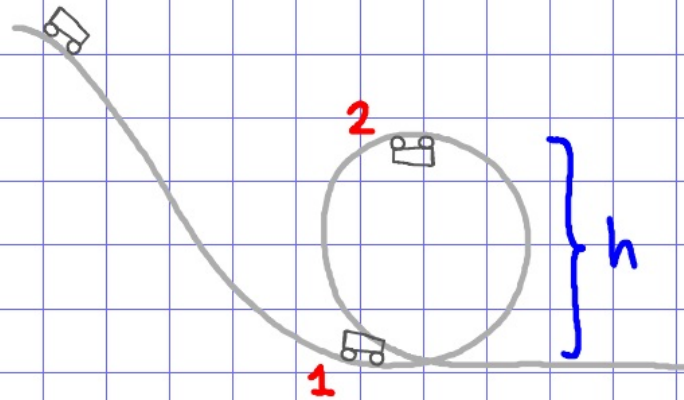
punt 2:

$$v = 32 \text{ km/h} = 8,89 \text{ m/s}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (8,89)^2 = 39 \cdot m$$

Er is dus $217 \cdot m - 39 \cdot m = 178 \cdot m$ aan kinetische energie omgezet in E_z in punt 2.

$$E_z = m \cdot g \cdot h \rightarrow 178 \cdot \cancel{m} = \cancel{m} \cdot 9,81 \cdot h \rightarrow h = 18 \text{ m}$$



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

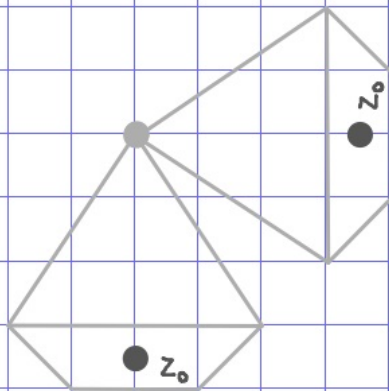
Opdrachten

- 7 Een auto rijdt van de kade met een snelheid van 30 km/h. Bereken de snelheid waarmee hij in het 2,4 m lager gelegen water komt.
- 8 Het raam in opdracht 6 bevindt zich op een hoogte van 15 m ten opzichte van de grond. Bereken de snelheid waarmee de knikker op de grond komt in de drie genoemde situaties.
- 9 De Looping Star is een achtbaan in pretpark Slagharen. In het laagste punt van de baan is de snelheid van het treintje 75 km/h. Even later, boven in de looping, is de snelheid nog 32 km/h.
 - a Bereken hoe hoog de looping is.
 - b Na de looping klimt het treintje weer naar een hoogte van 11,5 m. Bereken de snelheid die het daar heeft.

nieuw inzicht uit opgave 9: bij omzetting van zwaarte-energie in kinetische energie is de vorm van het pad (bijvoorbeeld rechte helling of gekromde helling) tussen twee momenten (punt 1 en 2) onbelangrijk

Opgaven bij § 7.1

11a



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

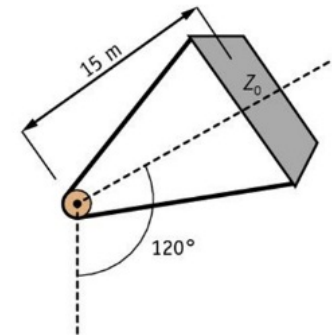
In de uiterste stand bevindt Z_0 zich 15 m boven het laagste punt, dus:

$$E_z = m \cdot g \cdot h = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 15 \text{ m} = 3,7 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

- 11 Een groot schommelschip van $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$ hangt 15 m onder zijn draaipunt. Als hij schommelt, draait hij 90° naar links en naar rechts.
- a Bereken de zwaarte-energie in de uiterste stand.
 - b Bereken de snelheid waarmee het schip door de onderste stand gaat.
 - c Bereken bij welke hoek de snelheid 10 m/s is.
 - d Het schip slingert zo hard door dat de hoek met de verticale as 120° wordt. Zie figuur 7.11. Bereken met welke snelheid het schip nu door de onderste stand gaat.



▲ Figuur 7.11

Opgaven bij § 7.1

11c) $\alpha = ?$

$$E_{\text{tot}} = 3,7 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

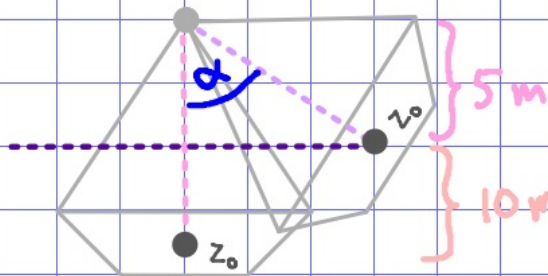
$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 10^3 \cdot (10 \text{ m/s})^2 = 1,25 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$E_z \text{ is dus: } 3,7 \cdot 10^5 \text{ J} - 1,25 \cdot 10^5 \text{ J} = 2,45 \cdot 10^5 \text{ J}$$

hoogte die hier bij hoort:

$$2,45 \cdot 10^5 \text{ J} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot h \rightarrow h = 10 \text{ m}$$

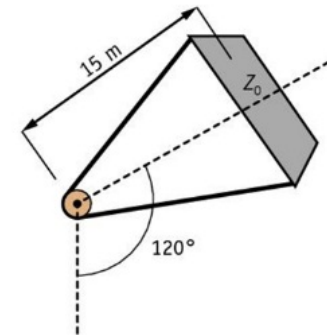
$$\cos \alpha = \frac{5 \text{ m}}{15 \text{ m}} \rightarrow \alpha = 71^\circ$$



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

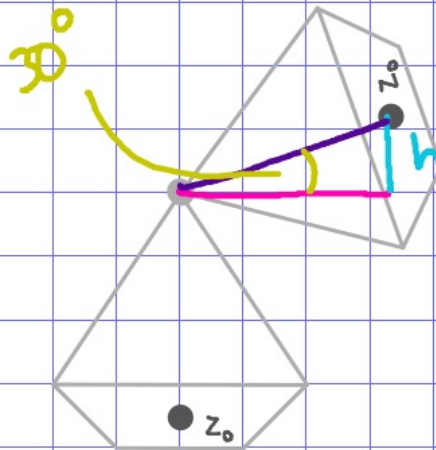
- 11 Een groot schommelschip van $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$ hangt 15 m onder zijn draaipunt. Als hij schommelt, draait hij 90° naar links en naar rechts.
- Bereken de zwaarte-energie in de uiterste stand.
 - Bereken de snelheid waarmee het schip door de onderste stand gaat.
 - Bereken bij welke hoek de snelheid 10 m/s is.
 - Het schip slingert zo hard door dat de hoek met de verticale as 120° wordt. Zie figuur 7.11. Bereken met welke snelheid het schip nu door de onderste stand gaat.



▲ Figuur 7.11

Opgaven bij § 7.1

11d



$$\sin 30^\circ = \frac{h_2}{15 \text{ m}}$$

$$h_2 = \sin 30^\circ \cdot 15 \text{ m}$$

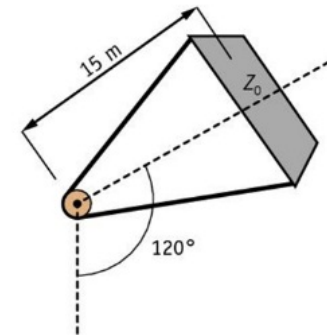
$$= 7,5 \text{ m}$$

Maximale zwaarte-energie wist je al: $3,7 \cdot 10^5 \text{ J}$
(bij 15 m hoogteverschil)

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.1 Energiesoorten

- 11 Een groot schommelschip van $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$ hangt 15 m onder zijn draaipunt. Als hij schommelt, draait hij 90° naar links en naar rechts.
- Bereken de zwaarte-energie in de uiterste stand.
 - Bereken de snelheid waarmee het schip door de onderste stand gaat.
 - Bereken bij welke hoek de snelheid 10 m/s is.
 - Het schip slingert zo hard door dat de hoek met de verticale as 120° wordt. Zie figuur 7.11. Bereken met welke snelheid het schip nu door de onderste stand gaat.



▲ Figuur 7.11

Opgaven bij § 7.1

12b.

$$E_k = E_z \rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$$

voor na

$$\frac{1}{2} \cdot (10 \text{ m/s})^2 = 9,81 \cdot h$$

$$h = 5,1 \text{ m}$$

12c.

$$E_{\text{veer}} = E_k + E_z \rightarrow$$

als $h = 2,0 \text{ m}$ en $v = 5,0 \text{ m/s}$, dan

$$E_{k(\text{max})} = \frac{1}{2} \cdot 70 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s})^2 = 3500 \text{ J}$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h = 70 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 2,0 \text{ m} = 1373 \text{ J}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 70 \text{ kg} \cdot (5,0 \text{ m/s})^2 = 875 \text{ J}$$

} samen 2248 J

$$\text{In de stok zit nog: } 3500 \text{ J} - 2248 \text{ J} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ J}$$

nieuw inzicht uit opgave 12c: bij omzetting tussen zwaarte- bewegings- en **veerenergie** is de massa wel nodig omdat de veerenergie in een gespannen elastisch voorwerp bij een bepaalde mate van vervorming een vaste waarde heeft die niet afhankelijk is van de massa.

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

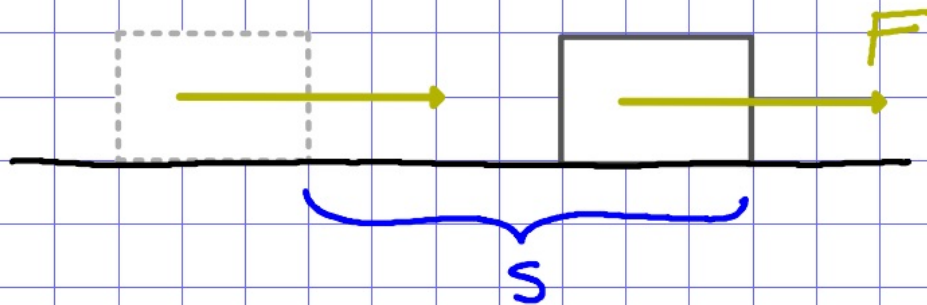
§ 7.1 Energiesoorten

- 12 Een polsstokspringer neemt een aanloop om bewegingsenergie te krijgen. Dan zet hij de stok neer die door zijn snelheid krom buigt. Vervolgens wordt de atleet door de veerkracht van de stok 'omhoog geschoten', als het goed is over de lat heen.
- a Welke energiesoort heeft de kromgebogen stok?
- b Een snelle atleet kan bij de aanloop een snelheid van 10 m/s halen. Bereken hoe hoog hij hiermee hoogstens kan springen als hij verder niets doet.
- c Tijdens de sprong heeft de atleet op een bepaald moment een snelheid van 5,0 m/s. Hij is op dat moment 2,0 m boven de grond. Bereken hoeveel veerenergie de stok op dat moment heeft. Neem aan dat de atleet 70 kg weegt.
- d Bij veel van de voorafgaande opdrachten hoefde je de massa niet te weten. Waarom heb je die hier wel nodig?

§ 7.2 Optrekken en afremmen

7. Als een kracht een voorwerp over een bepaalde afstand verplaatst kun je uitrekenen hoeveel **positieve arbeid** de kracht verricht heeft.

arbeid (J) → $W = F \cdot s$ ← verplaatsing (m)
joule
↑
kracht (N)



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

Bordoefening 9: Een kogelstoter oefent een kracht uit van 630 N en verplaatst tijdens de stoot de kogel over 1,20 m. Reken uit hoeveel arbeid de spierkracht verricht op de kogel. De massa vd kogel is 8,0 kg.



Bordoefening 9b: Stel, alle arbeid die wordt verricht op de kogel wordt omgezet in bewegingsenergie. Hoe snel vliegt de kogel dan weg na de stoot?

Bordoefening 9a:

$$W = F \cdot s = 630 \text{ N} \cdot 1,20 \text{ m} = 756 \text{ J}$$

Bordoefening 9b:

$$756 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 8,0 \text{ kg} \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{756 \cdot 2}{8,0}} = 13,8 \text{ m/s}$$

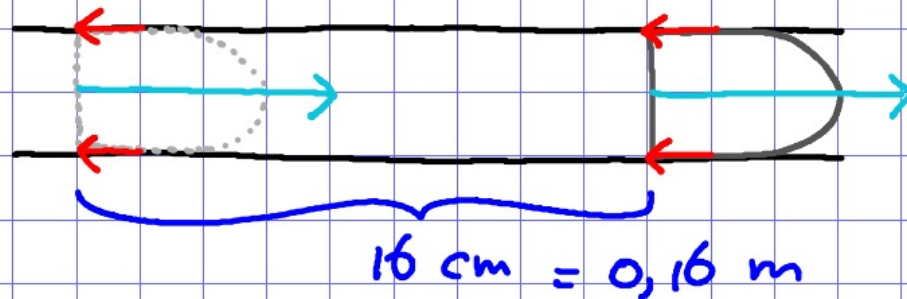
Hoofdstuk 7: Energie omzetten

Bordoefening 9: Een kogelstoter oefent een kracht uit van 630 N en verplaatst tijdens de stoot de kogel over 1,20 m. Reken uit hoeveel arbeid de spierkracht verricht op de kogel. De massa vd kogel is 8,0 kg.



Bordoefening 9b: Stel, alle arbeid die wordt verricht op de kogel wordt omgezet in bewegingsenergie. Hoe snel vliegt de kogel dan weg na de stoot?

8. en 10. Als er tijdens de verplaatsing ook tegenwerkende krachten zijn, verrichten deze **negatieve arbeid** die met de positieve arbeid verrekend moet worden om tot de **netto arbeid** te komen. Alleen de netto arbeid bepaalt hoeveel kinetische energie het voorwerp krijgt.



Bordoeffening 10:

a. $W = F \cdot s = 9,8 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 0,16 \text{ m} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ J}$

b. $W = F \cdot s = -7,8 \cdot 10^2 \text{ N} \cdot 0,16 \text{ m} = -1,2 \cdot 10^2 \text{ J}$

c. Netto: $W = 1,5 \cdot 10^3 \text{ J}$

d. $v = \sqrt{\frac{E_k \cdot 2}{m}} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^3 \cdot 2}{0,0040}} = 8,7 \cdot 10^2 \text{ m/s}$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

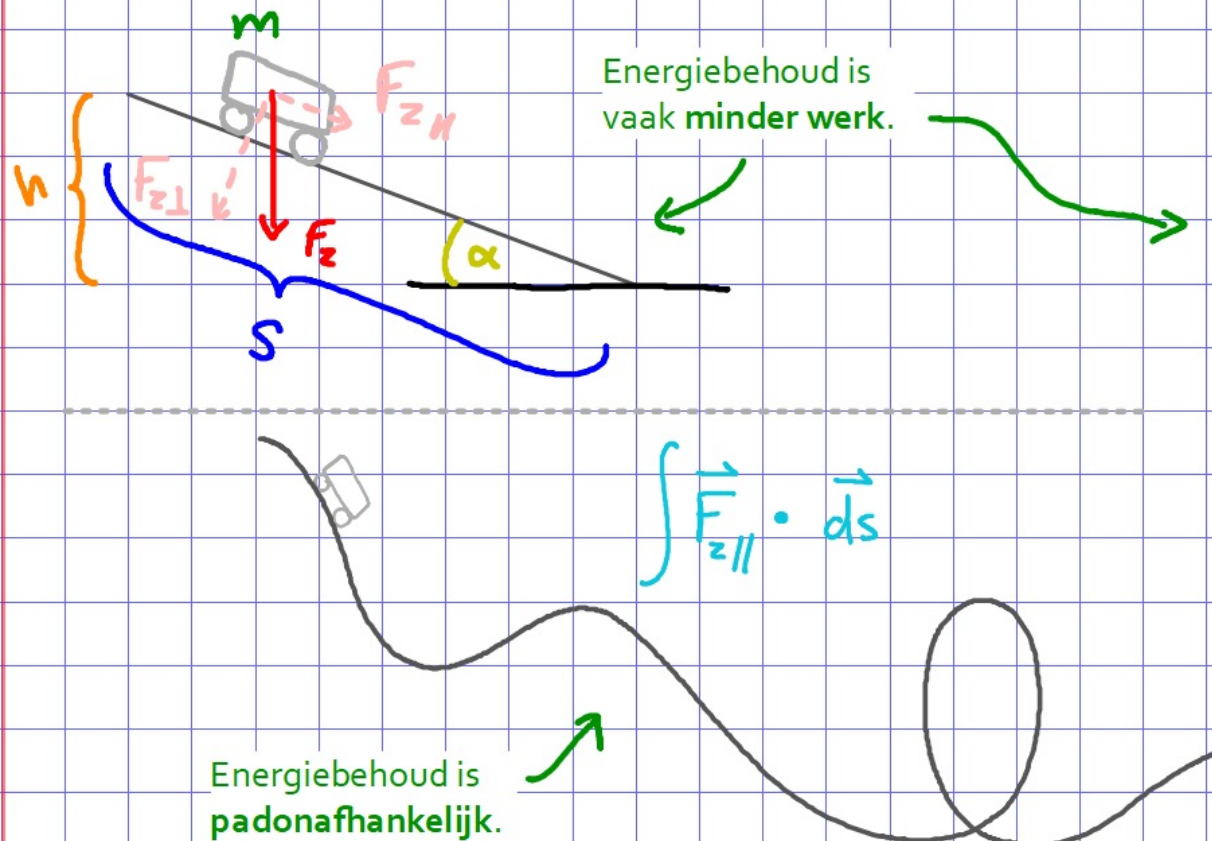
§ 7.2 Optrekken en afremmen

Bordoeffening 10: Een kogel wordt afgeschoten door een pistool. De explosiegassen van het kruit leveren een kracht van $9,8 \times 10^3 \text{ N}$. De wrijving tussen de kogel ($m = 4,0 \text{ g}$) en de loop is $7,8 \times 10^2 \text{ N}$. De lengte van de loop is 16 cm .

- Reken uit hoeveel positieve arbeid de gassen verrichten.
- Reken uit hoeveel negatieve arbeid de wrijving tussen kogel en loop verricht.
- Reken de netto arbeid op de kogel uit.
- Bereken de snelheid waarmee de kogel de loop verlaat.

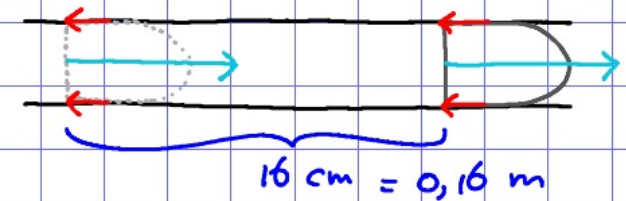


Extra inzicht 1: Wanneer gebruik je *behoud van energie* en wanneer gebruik je de *kinematische vergelijkingen + wetten van Newton*?



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen



$$F_{\text{netto}} = 9,1 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$a = \frac{F_{\text{netto}}}{m} = \frac{9,1 \cdot 10^3 \text{ N}}{0,0040 \text{ kg}} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}} = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$\Delta v = a \cdot t = 2,3 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ s} = 858 \text{ m/s}$$

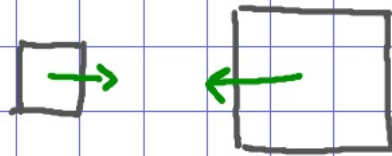
Extra inzicht 2: wat hebben *impuls* en *energie* met elkaar te maken?

impuls

$$p = m \cdot v$$

$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

(stoot)



kinetische energie

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

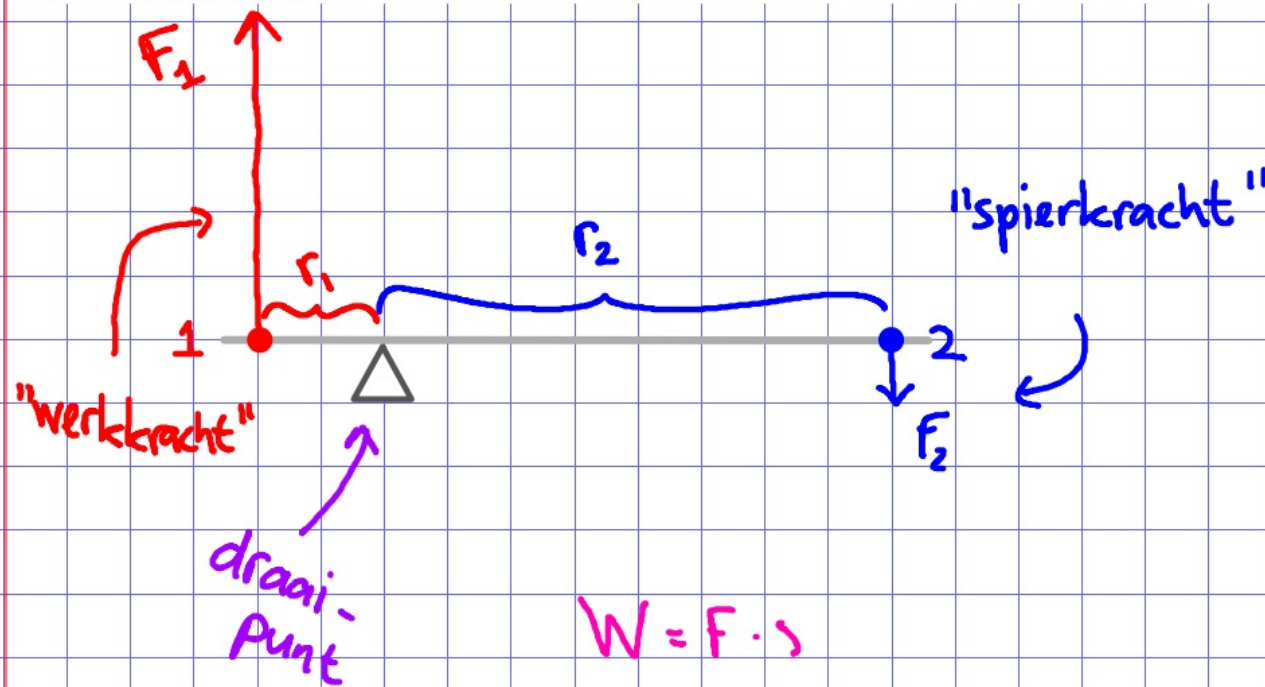
$$\Delta E_k = F \cdot s$$

(arbeid)

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

11. Bij gebruik van **hefbomen en katrollen** is de spierkracht kleiner maar de verplaatsing groter. Hierdoor is de geleverde arbeid hetzelfde als zonder hefboom of katrol.



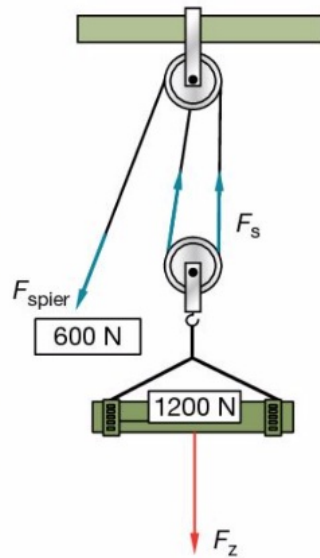
In dit voorbeeld is de spierkracht maar 1/5e van de werkkraft, maar de verplaatsing van punt 2 is wel 5x zo groot als die van punt 1. De arbeid die de spierkracht moet doen is dus hetzelfde als de toename in zwaarte-energie van het gewicht dat aan punt 1 hangt.

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

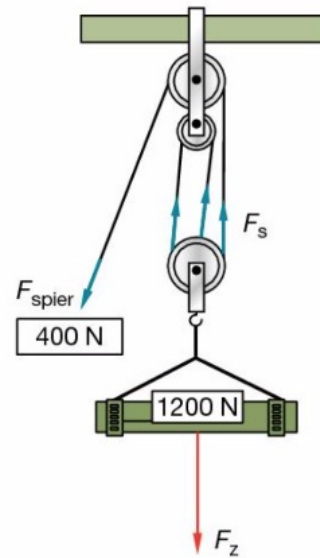
§ 7.2 Optrekken en afremmen



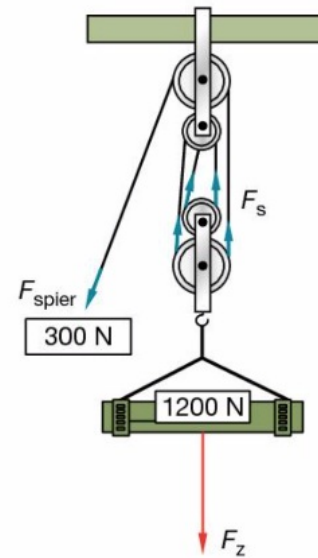
11. Bij gebruik van **hefbomen en katrollen** is de spierkracht kleiner maar de verplaatsing groter. Hierdoor is de geleverde arbeid hetzelfde als zonder hefboom of katrol.



a De last hangt aan twee touwen, dus $F_{\text{spier}} = \frac{1}{2} F_z$



b De last hangt aan drie touwen, dus $F_{\text{spier}} = \frac{1}{3} F_z$



c De last hangt aan vier touwen, dus $F_{\text{spier}} = \frac{1}{4} F_z$

Tel het **aantal touwen waar de last aan hangt**. Deel de zwaartekracht op de last door dit aantal. Dit is de spierkracht die nodig is om de last op te hijsen.

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

Opgaven bij § 7.2

17.

$$v = ?$$

$$m = 58 \text{ g} = 0,058 \text{ kg}$$

$$F = 3 \text{ N}$$

$$s = 150 \text{ cm} = 1,50 \text{ m}$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = 3 \text{ N} \cdot 1,50 \text{ m} = 4,50 \text{ J}$$

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

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,50 \text{ J}}{0,058 \text{ kg}}} = 1 \cdot 10^1 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.2

18. a) $E_k = \frac{1}{2} \cdot 7,26 \text{ kg} \cdot (14,5 \text{ m/s})^2 = 763 \text{ J}$

b) $F = \frac{W}{s} \rightarrow F = \frac{763 \text{ J}}{0,75 \text{ m}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ N}$

c)

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.2

19.a)

$$F_{\text{rem}} = ?$$

$$m = 850 \text{ kg}$$

$$v_0 = 100 \text{ km/u} = 27,8 \text{ m/s}$$

$$s = 40 \text{ m}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow E_k = \frac{1}{2} \cdot 850 \cdot (27,8)^2 = 3,28 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$W = F \cdot s \rightarrow F = \frac{W}{s} = \frac{-3,28 \cdot 10^5 \text{ J}}{40 \text{ m}} = -8,2 \cdot 10^3 \text{ N}$$



b)

$$50 \text{ km/u} = 13,9 \text{ m/s}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 850 \text{ kg} \cdot (13,9 \text{ m/s})^2 = 5,9 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$s = \frac{W}{F} = \frac{5,9 \cdot 10^4 \text{ J}}{8,2 \cdot 10^3 \text{ N}} = 10 \text{ m}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

nieuw inzicht uit opgave 19a: Kracht is een vectorgrootheid. Arbeid is een scalaire grootheid maar kan wel negatief zijn. Let in je berekeningen goed op de tekenconventie: naar rechts is doorgaans plus en naar links is min.

nieuw inzicht uit opgave 19b: Vuistregel: bij een 2x zo grote snelheid wordt de remweg 4x zo groot.

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.2

20a)

$$F_{\text{rem}} = ?$$

$$s = 15 \text{ m}$$

$$v_0 = 54 \text{ km/u} = 15 \text{ m/s}$$

$$m = 1,1 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow E_k = \frac{1}{2} \cdot 1,1 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot (15 \text{ m/s})^2 = 1,24 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$W = F \cdot s \rightarrow F = \frac{W}{s} \rightarrow F = \frac{1,2 \cdot 10^5 \text{ J}}{15 \text{ m}} = 8,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

exact zelfde als
opg. 19 a...

20b)

$$t = ?$$

$$s = 10 \text{ m}$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v} \rightarrow t = \frac{10 \text{ m}}{15 \text{ m/s}} = 0,67 \text{ s}$$

← "reactieafstand"

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.2

20 c) $v = ?$

$$F_{\text{rem}} = 8,3 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$E_k = 1,24 \cdot 10^5 \text{ J}$$

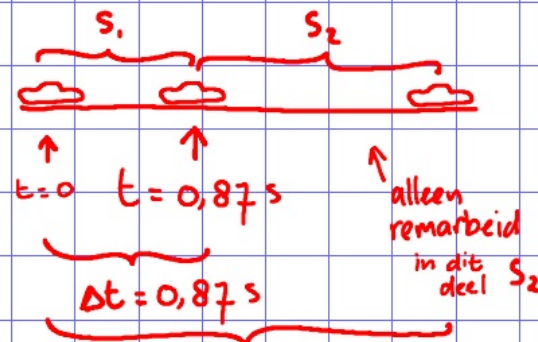
$$s = v \cdot t$$

$$W = F \cdot s$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$

$$s_2 = 12 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^4 \text{ J}}{1,1 \cdot 10^3 \text{ kg}}} = 6,7 \text{ m/s}$$



$$s_1 = 15 \text{ m/s} \cdot 0,87 \text{ s} = 13 \text{ m}$$

$$W = -8,3 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 12 \text{ m} = -9,9 \cdot 10^4 \text{ J}$$

er zit dus nog $2,5 \cdot 10^4 \text{ J}$ aan E_k in de auto

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.2

21a)

$$v = ?$$

$$m = 1,20 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

$$F_{\text{motor}} = 95 \text{ kN}$$

$$F_{\text{rolw.}} = 14 \text{ kN}$$

$$F_{\text{netto}} = 81 \text{ kN}$$

$$W = 81 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 500 \text{ m}$$
$$= 40,5 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$s = 500 \text{ m}$$

$$W = F \cdot s$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 40,5 \cdot 10^6 \text{ J}}{1,20 \cdot 10^5 \text{ kg}}} = 26,0 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.2

22a) $E_z^{\text{voor}} = E_k^{\text{na}} \rightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow v = 24 \text{ m/s}$

b) Bij $v = 24 \text{ m/s}$; $E_k = 353160 \text{ J}$ Bij $v = 22,1 \text{ m/s}$; $E_k = 293046 \text{ J}$

Het verschil is de verloren gegane energie door negatieve arbeid van tegenwerkende krachten: $6,0 \cdot 10^4 \text{ J}$.

c) $F = \frac{W}{s} = \frac{6,0 \cdot 10^4 \text{ J}}{30 \text{ m}} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

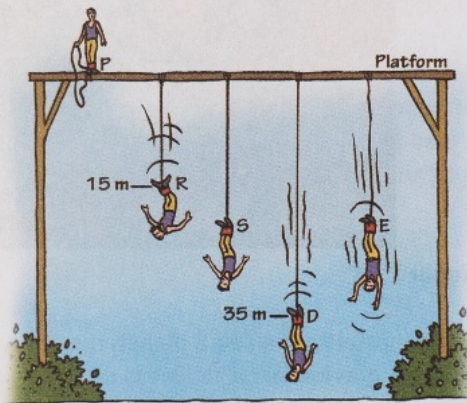
GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.2

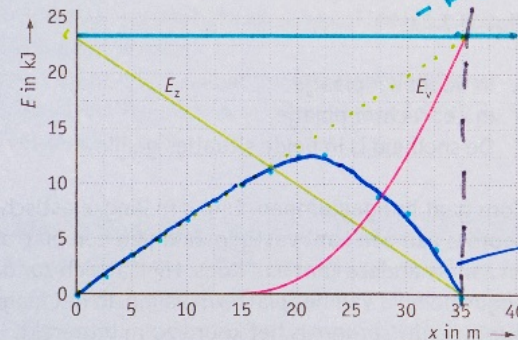
Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.2 Optrekken en afremmen



▲ Figuur 7.22

opzichte van punt D en de veerenergie E_v van het koord uitgezet tegen de valafstand x , die gemeten wordt ten opzichte van punt P.



▲ Figuur 7.23



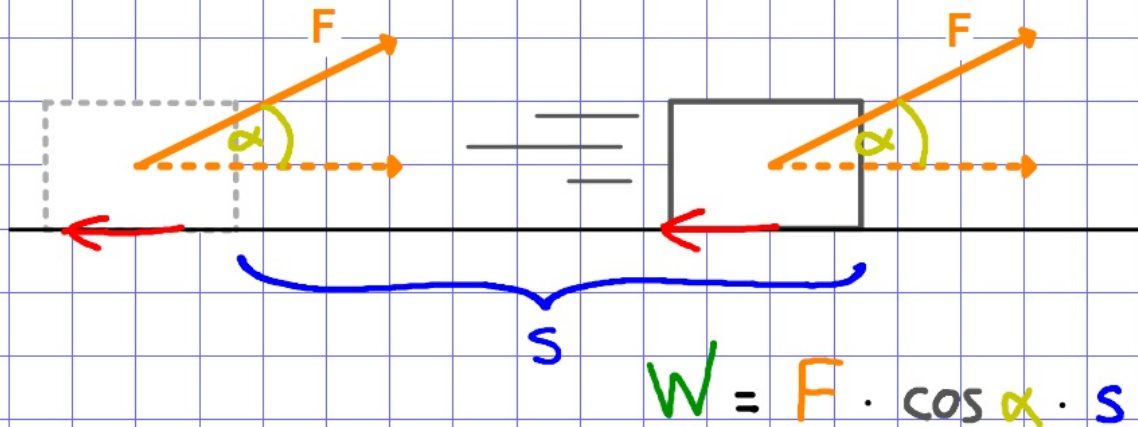
Bekijk de applet 'Arbeid en energie' en maak de berekende opdrachten.

$$E_k = E_{\text{tot}} - E_z - E_{\text{veer}}$$

nieuw inzicht uit opgave 19a: De totale energie (lichtblauwe lijn) is altijd hetzelfde in deze situatie. Deze is op de verschillende momenten in de beweging de som: $E_k + E_z + E_v$. Je kunt deze energie vinden door een moment te nemen waarop alle energie maar in een vorm is het systeem aanwezig is. Bij de start zit alle energie bijvoorbeeld in E_z . Op elk willekeurig moment daarna moeten de donderblauwe lijn, de gele lijn en de roze lijn samen tot de hoogte van de lichtblauwe lijn komen.

§ 7.3 Meer arbeid

14. Van een kracht op een voorwerp is het altijd alleen de **component parallel aan de verplaatsing** die arbeid levert.



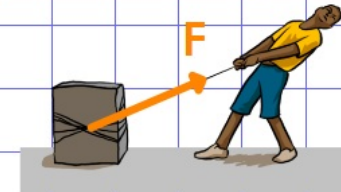
Bordoeffening 11:

a) $W = 400 \text{ N} \cdot \cos(32^\circ) \cdot 0,90 \text{ m} = 3,1 \cdot 10^2 \text{ J}$

b) Wrijving: $W = -120 \text{ N} \cdot 0,90 \text{ m} = -1,1 \cdot 10^2 \text{ J}$
 dus netto, $W = 2,0 \cdot 10^2 \text{ J}$

c) $2,0 \cdot 10^2 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 25 \text{ kg} \cdot v^2 \rightarrow v = 4,0 \text{ m/s}$

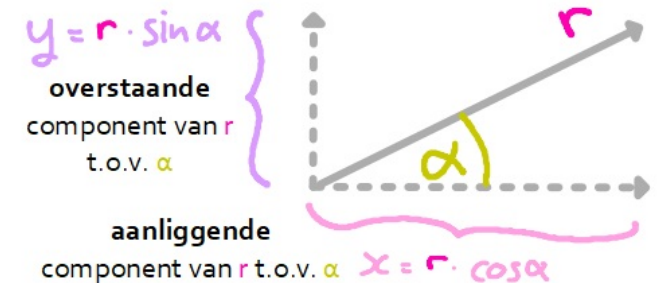
Hoofdstuk 7: Energie omzetten



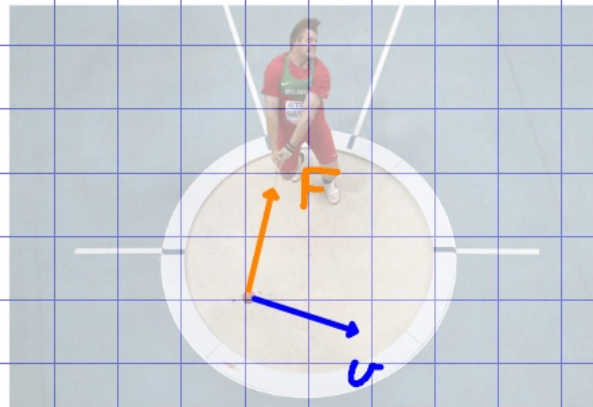
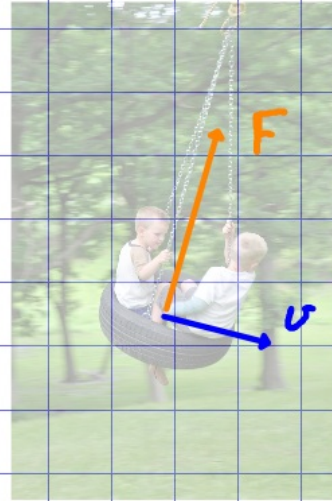
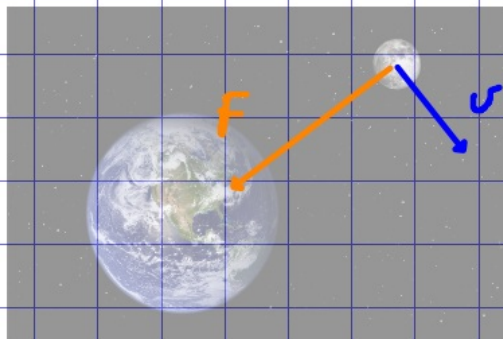
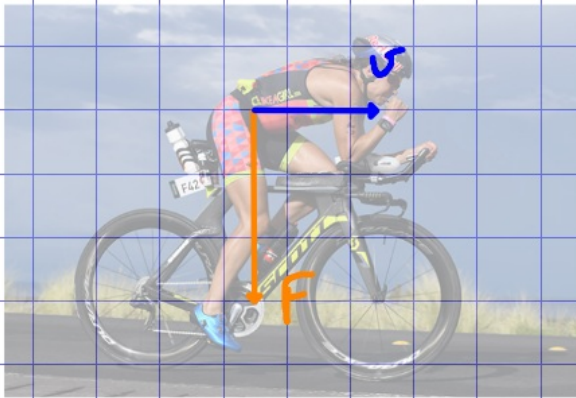
Bordoeffening 11: De jongen in de afbeelding trekt met een kracht van 400 N onder een hoek van 32° met de horizon. De wrijving tussen de vloer en de steen is 120 N. Deze krachten werken over een verplaatsing van 0,90 m. Reken uit:

- De positieve arbeid van de jongen
- De netto arbeid op de steen
- De snelheid die de steen ($m = 25 \text{ kg}$) krijgt door deze netto arbeid.

HERHALING GONIOMETRIE



14 (vervolg). Van een kracht op een voorwerp is het altijd alleen de component parallel aan de verplaatsing die arbeid levert. De **loodrechte component** levert geen arbeid.

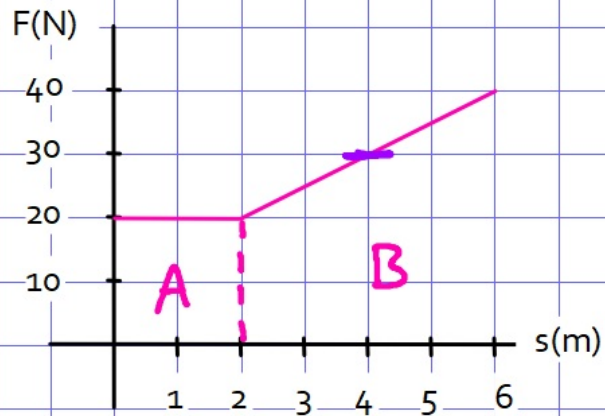


Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.3 Meer arbeid



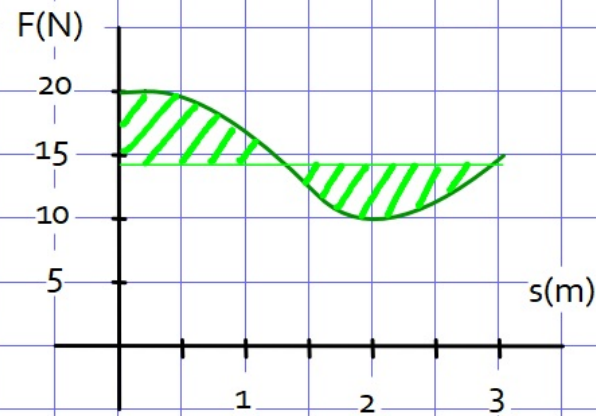
15. Met de oppervlakte onder een F/s-grafiek kun je de arbeid uitrekenen.



$$A: W = F \cdot s = 20 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 40 \text{ J}$$

$$B: W = F_{\text{gem}} \cdot s = 30 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = 120 \text{ J}$$

$$\text{totaal: } W = 160 \text{ J}$$

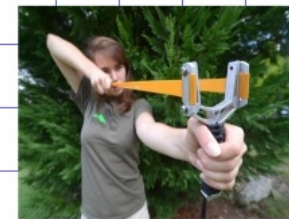


$$W = F_{\text{gem}} \cdot s = 14 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} = 42 \text{ J}$$

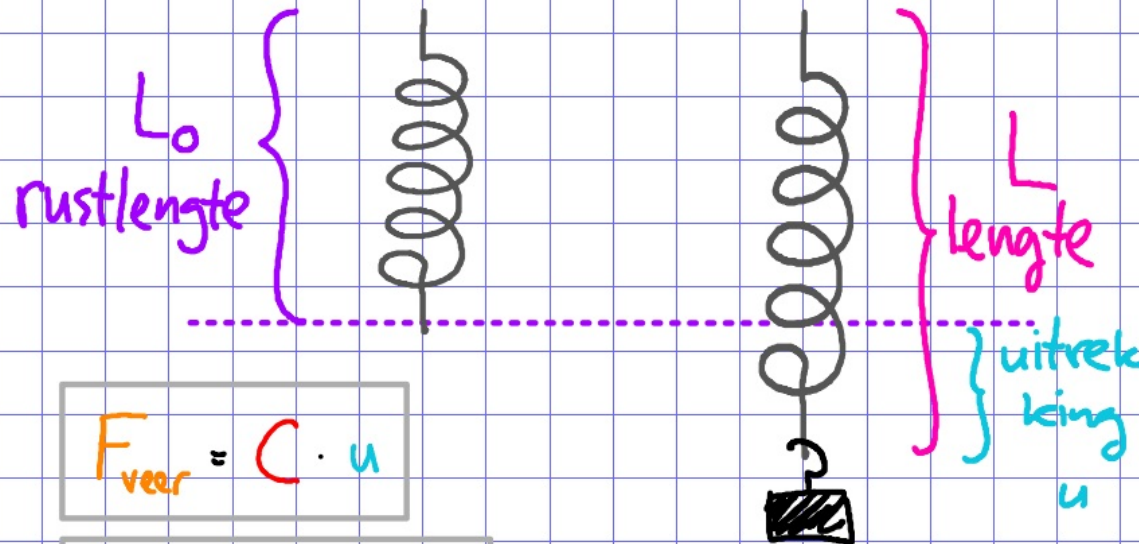
Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.3 Meer arbeid

Bordoeffening 12: Reken van beide F/s-grafieken hiernaast uit hoeveel arbeid er op het voorwerp gedaan is.



16. Je kunt rekenen aan **veerkracht** en **veerenergie** met:



- Bordoefening 13:
a) $E_{\text{veer}} = \frac{1}{2} \cdot 2,0 \cdot 10^3 \text{ N/m} \cdot (0,16 \text{ m})^2 = 26 \text{ J}$
b) $F_{\text{veer}} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ N/m} \cdot 0,16 \text{ m} = 3,2 \cdot 10^2 \text{ N}$

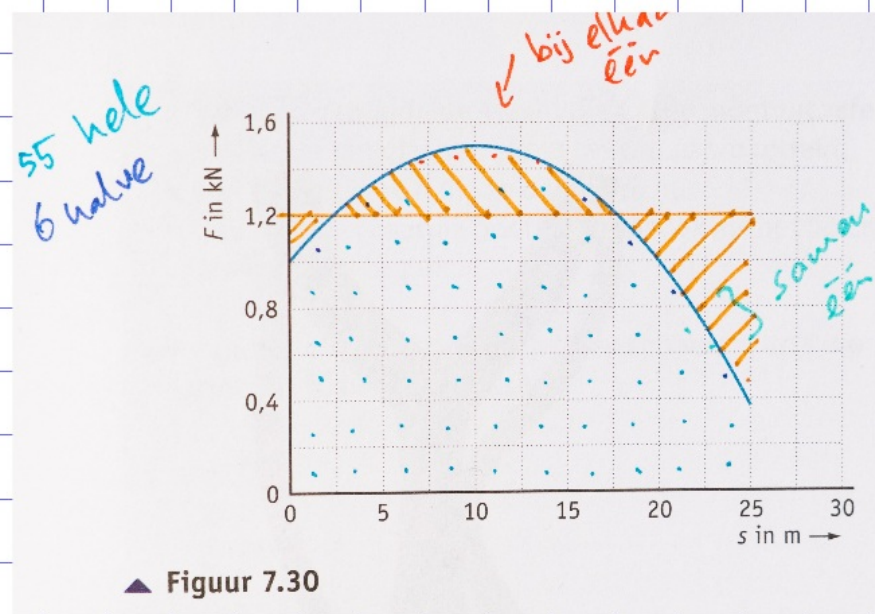
Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.3 Meer arbeid

Bordoefening 13: Van een stalen veer is de veerconstante, $C = 2,0 \times 10^3 \text{ N/m}$. Je rekt de veer 16 cm uit. Reken uit:

- De energie die in de veer opgeslagen zit.
- De kracht die nodig is om de veer zo uitgerekt te houden.

Opgaven bij § 7.3



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.3 Meer arbeid

inzicht uit opgave 31: Bepaal de oppervlakte onder de grafiek met een techniek naar keuze. Kan op verschillende manieren.

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

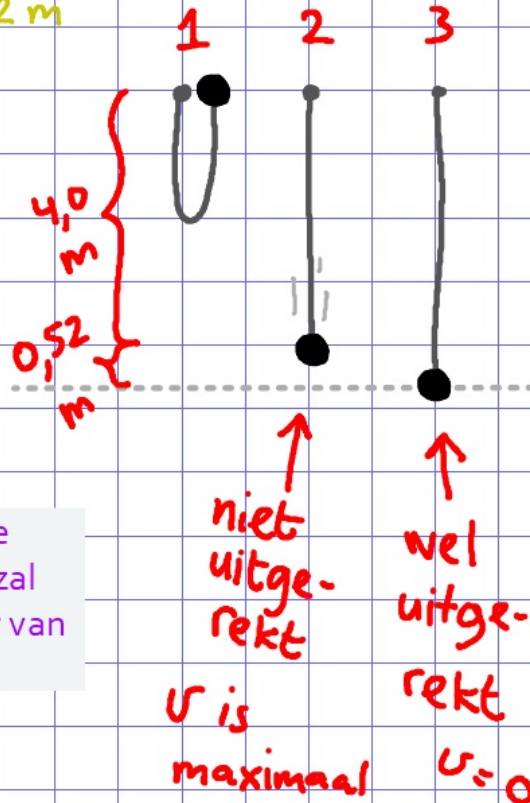
"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.3

37d $E_z = m \cdot g \cdot h = 90 \text{ kg} \cdot 9,81 \cdot 4,52 \text{ m}$
 $= 3991 \text{ J}$

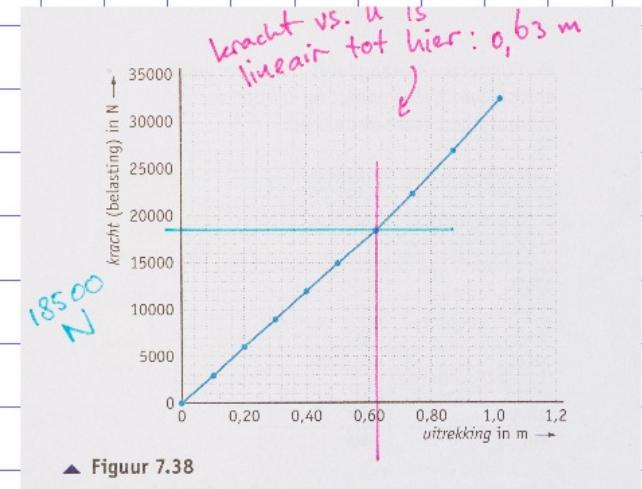
$E_v = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2$
 $= \frac{1}{2} \cdot 2,9 \cdot 10^4 \cdot (0,52)^2$
 $= 3970 \text{ J}$

De waarden voor de zwaarte-energie en de veerenergie komen overeen dus het touw zal inderdaad 0,52 m uitrekken als de klimmer van deze hoogte valt.



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.3 Meer arbeid



REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

- STAP 1:** Schrijf op wat gevraagd wordt.
STAP 2: Verzamel gegevens en formules.
STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

§ 7.4 Zuinig met energie

19. Hoeveel energie een apparaat of proces **per seconde** omzet noem je het **vermogen**. Je kunt rekenen aan vermogen en energie met:

$$E = P \cdot t$$

↑ ↑ ↑
(Joule) (Watt) (seconde)

$$E = P \cdot t$$

↑ ↑ ↑
kWh kW u
(kilowattuur) (kilowatt) (uur)

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

Bordoefening 14a:

$$\begin{aligned} P &= ? \\ E &= 500.000 \text{ J} \\ t &= 10 \text{ min} = 600 \text{ s} \\ E &= P \cdot t \rightarrow P = \frac{E}{t} \\ P &= \frac{500.000 \text{ J}}{600 \text{ s}} = 833 \text{ W} \end{aligned}$$

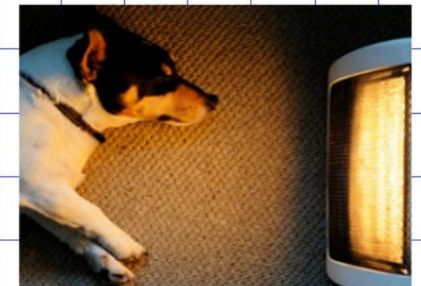
Bordoefening 14b:

$$\begin{aligned} E &= ? \text{ (in J en kWh)} \\ P &= 2000 \text{ W} = 2 \text{ kW} \\ t &= 3,0 \text{ u} = 10800 \text{ s} \\ E &= P \cdot t \\ E &= 2000 \text{ W} \cdot 10800 \text{ s} = 2,2 \cdot 10^7 \text{ J} \\ &= 6,0 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

Bordoefening 14a: Een waterkoker levert 500.000 J aan energie in 10 minuten. Wat is het vermogen van deze waterkoker?

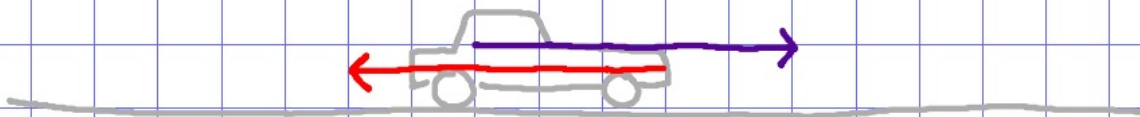
Bordoefening 14b: Een straalkachel van 2000 W staat 3,0 uur aan. Hoeveel energie heeft de kachel omgezet? Geef dit in Joule en in kWh.



19 (vervolg). Er is ook een **relatie tussen kracht en vermogen**. Let op: deze relatie **geldt alleen** in situaties waarin een voertuig onderhevig is aan tegenwerkende krachten en met constante snelheid beweegt. Voorbeelden: een auto op een snelweg of een vliegtuig in de lucht.

vermogen in W → $P = F \cdot v$ ← snelheid in m/s

↑
kracht in N



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

intuïtief: bij een grotere snelheid v is de luchtweerstand groter en is er per seconde meer verlies van kinetische energie in de vorm van warmte aan de omgeving die kennelijk gecompenseerd wordt door een grotere energietoevoer per seconde (P).

Afleiding formule:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$$

19 (vervolg). Hoeveel warmte-energie vrijkomt bij verbranding reken je uit m.b.v. de **stookwaarde**:

$$E_{ch} = r_v \cdot V$$

$$E_{ch} = r_m \cdot m$$

Bordoeffening 15:

$$\begin{aligned} E_{ch} &= r_v \cdot V = 33 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \cdot 60,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 2,0 \cdot 10^9 \text{ J} \end{aligned}$$

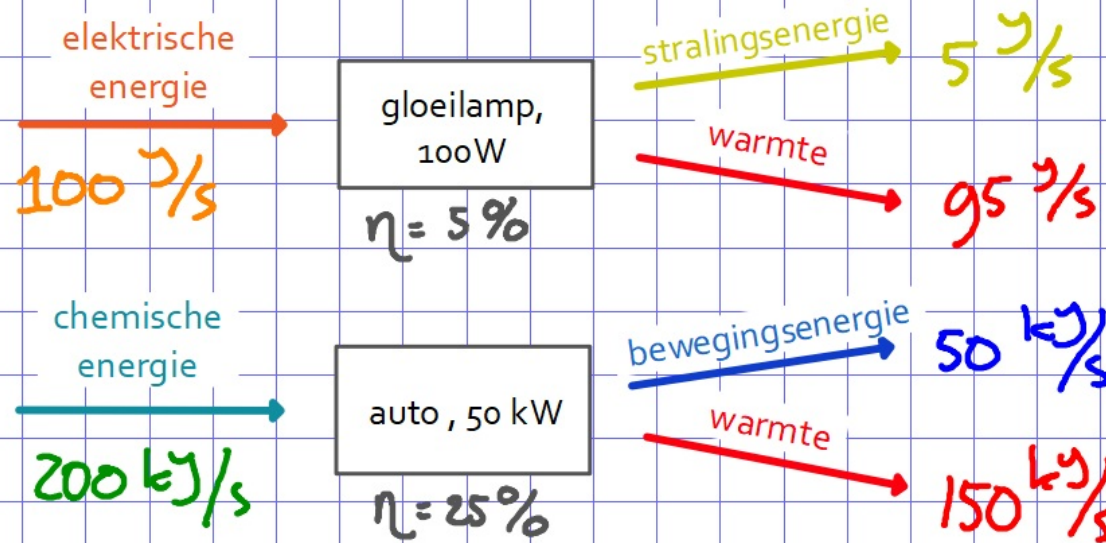
Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie



Bordoeffening 15: Zoek de stookwaarde van benzine op en reken uit hoeveel energie er vrijkomt bij de verbranding van 60,0 L.

19 (vervolg). Bij energie-omzettingen ontstaat altijd nutteloze warmte-energie. Het percentage van de toegevoerde energie dat wel wordt omgezet in een nuttige vorm van een andere energiesoort heet het **rendement**.

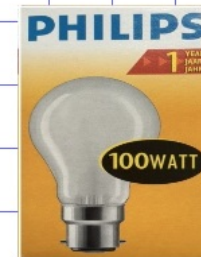


$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig uit}}}{E_{\text{totaal in}}} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig uit}}}{P_{\text{totaal in}}} \cdot 100\%$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie



gloeilamp,
 $P_{\text{IN}} = 100 \text{ W}$



spaarlamp,
 $P_{\text{IN}} = 23 \text{ W}$



LED-lamp,
 $P_{\text{IN}} = 14 \text{ W}$

Bordoeffening 16a: Een spaarlamp heeft een opgenomen elektrisch vermogen van 23 W en geeft even fel licht als de gloeilamp in je aantekeningen. Reken uit wat het rendement van de spaarlamp kennelijk is.

Bordoeffening 16b: Een LED heeft een rendement van 35 % en geeft ook evenveel licht als de gloeilamp. Reken uit wat het opgenomen elektrisch vermogen vd LED is.

Bordoeffening 16a:

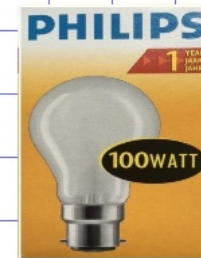
$$\eta = \frac{5 \text{ W}}{23 \text{ W}} \times 100\% = 0,217 \times 100\% = 21,7\%$$

Bordoeffening 16b:

$$\eta = \frac{\text{nuttig vermogen uit}}{\text{totaal vermogen in}} \times 100\%$$
$$35\% = \frac{5 \text{ W}}{?} \times 100\%$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie



gloeilamp,
 $P_{\text{IN}} = 100 \text{ W}$



spaarlamp,
 $P_{\text{IN}} = 23 \text{ W}$



LED-lamp,
 $P_{\text{IN}} = 14 \text{ W}$

Bordoeffening 16a: Een spaarlamp heeft een opgenomen elektrisch vermogen van 23 W en geeft even fel licht als de gloeilamp in je aantekeningen. Reken uit wat het rendement van de spaarlamp kennelijk is.

Bordoeffening 16b: Een LED heeft een rendement van 35 % en geeft ook evenveel licht als de gloeilamp. Reken uit wat het opgenomen elektrisch vermogen vd LED is.

Bordoeffening 16b:

$$\eta = \frac{\text{nuttig vermogen UIT}}{\text{totaal vermogen IN}} \times 100\%$$

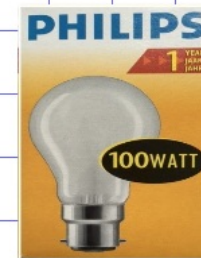
$$35\% = \frac{5 \text{ W}}{?} \times 100\%$$

$$35 = \frac{5 \text{ W}}{?} \times 100$$

$$0,35_3 = \frac{5 \text{ W}_6}{?_2} \rightarrow ? = \frac{5 \text{ W}}{0,35} = 14 \text{ W}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie



gloeilamp,
 $P_{\text{IN}} = 100 \text{ W}$



spaarlamp,
 $P_{\text{IN}} = 23 \text{ W}$



LED-lamp,
 $P_{\text{IN}} = 14 \text{ W}$

Bordoeffening 16a: Een spaarlamp heeft een opgenomen elektrisch vermogen van 23 W en geeft even fel licht als de gloeilamp in je aantekeningen. Reken uit wat het rendement van de spaarlamp kennelijk is.

Bordoeffening 16b: Een LED heeft een rendement van 35 % en geeft ook evenveel licht als de gloeilamp. Reken uit wat het opgenomen elektrisch vermogen vd LED is.

20 en 21. Van de drie **tegenwerkende krachten** is alleen luchtweerstand afhankelijk van de snelheid.

rolweerstand
 $F_{\text{rolw}} = c_r * m * g$

kinetische wrijving:

$$F_w = \mu_k * m * g$$

statische wrijving:

$$F_w = \mu_s * m * g$$

luchtweerstand:

$$F_{\text{luchtw}} = 1/2 * \rho * C_w * A * v^2$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

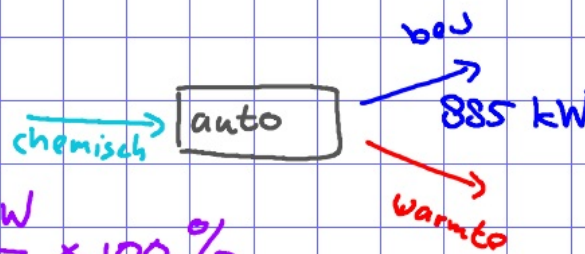
§ 7.4 Zuinig met energie



Opgaven bij § 7.4

$$40) \quad F = \frac{P}{v} = \frac{885 \cdot 10^3 \text{ W}}{114,7 \text{ m/s}} = 7,7 \cdot 10^3 \text{ N}$$

41) $\eta = 35\%$



$$35\% = \frac{885 \text{ kW}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

$$P_{\text{in}} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ J/s}$$

in 1 L benzine: $33 \cdot 10^6 \text{ J/L}$

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{in}} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ J/s} \\ \text{in 1 L benzine: } 33 \cdot 10^6 \text{ J/L} \end{array} \right\} \frac{2,5}{33} =$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

inzicht uit opgave 39: sommige opgaven zijn een kwestie van simpelweg rekenen zonder natuurkundige formules.

inzicht uit opg. 43ab: blijven oefenen met basale wiskundige vaardigheden als raaklijn, richtingscoëfficiënt en eenhedenanalyses.

inzicht uit opg. 50d: goed kijken naar de simpelste en snelste manier om iets uit te rekenen

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.4

44 a. $F_{zw} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_w \cdot A \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 0,40 \cdot 18 \text{ m}^2 \cdot (27,8 \text{ m/s})^2 = 3,4 \cdot 10^2 \text{ N}$

$F_{rol} = 100 \text{ N}$, dus totaal tegenwerkend: $4,4 \cdot 10^2 \text{ N}$

b. 1L benzine, $E_{ch} = 33 \cdot 10^9 \text{ J/m}^3 \cdot 0,001 \text{ m}^3 = 33 \cdot 10^6 \text{ J}$

van deze $33 \cdot 10^6 \text{ J}$ is 20% beschikbaar voor arbeid, dus $66 \cdot 10^5 \text{ J}$

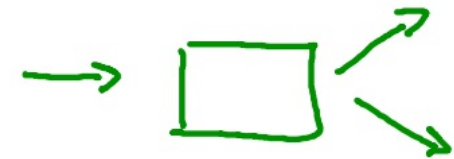
$$W = F \cdot s \rightarrow s = \frac{W}{F}$$

$$s = \frac{W}{F} = \frac{66 \cdot 10^5 \text{ J}}{4,4 \cdot 10^2} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ m} = 15 \text{ km}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

inzicht uit opgave 44: Let bij rendementsvraagstukken op welke gegevens bekend zijn van $E_{\text{TOT, IN}}$; $E_{\text{NUTTIG, UIT}}$ en $E_{\text{NUTTELOOS, UIT}}$.



REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

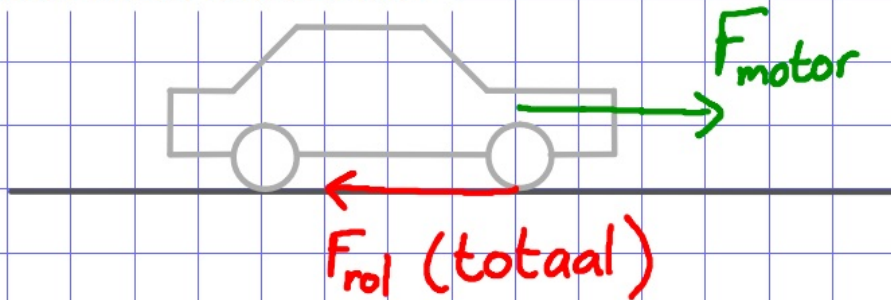
STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.4

vacuum: alleen rolweerstand



$$W = F \cdot s$$

$$P = F \cdot v$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.4

48

b.

$$F_{LW, v_x} = \frac{1}{2} F_{LW, max}$$

$$\cancel{\frac{1}{2}} \cdot \cancel{\rho} \cdot \cancel{C_w} \cdot \cancel{A} \cdot v_x^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\cancel{\frac{1}{2}} \cdot \cancel{\rho} \cdot \cancel{C_w} \cdot \cancel{A} \cdot v_{max}^2 \right)$$

$$v_x^2 = \frac{1}{2} \cdot v_{max}^2$$

$$v_x = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot v_{max}$$

$$v_x = 0,71 \cdot 19 \text{ m/s} = 13 \text{ m/s}$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.4

DEPASSING

1) $v = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{0,70 \text{ m} - 0,60 \text{ m}}{1,1 \text{ s} - 0,36 \text{ s}} = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$

3) Gebruik de oppervlakte onder de grafiek tussen $t=0$ en $t=0,25 \text{ s}$

4)

$F_{\text{op}} = 0,10 \cdot 0,005 \text{ N}$
 $= 0,0005 \text{ N}$

$\rho = 0,80 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
 $r = \frac{0,50 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{2} = 0,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
 $A = \pi \cdot r^2 = 1,96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$
 $v = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$

$$0,0045 \text{ N} = \frac{1}{2} \cdot 0,80 \cdot 10^3 \cdot C_w \cdot 1,96 \cdot 10^{-5} \cdot (1,4 \cdot 10^{-1})^2$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.4

6) Totale oppervlakte onder grafiek =

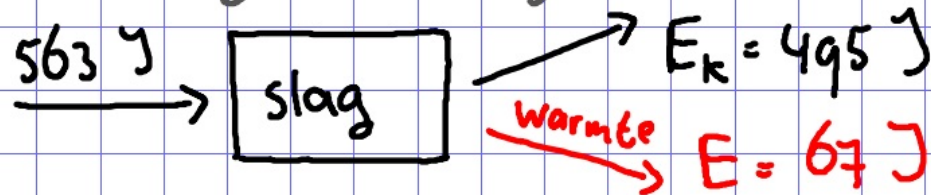
$$\left(\frac{1}{2} \cdot 0,14 \cdot 12\right) + (0,16 \cdot 12) + \left(\frac{1}{2} \cdot 0,16 \cdot 38\right) = 5,8 \text{ m}$$

7) Clubhoofd: $E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,450 \text{ kg} \cdot (50 \text{ m/s})^2 = 563 \text{ J}$

Bal : $E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,085 \text{ kg} \cdot (63 \text{ m/s})^2 = 169 \text{ J}$

8) Clubhoofd: $E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,450 \text{ kg} \cdot (38,1)^2 = 327 \text{ J}$

totaal na slag: $E_k = 169 + 327 = 495 \text{ J}$



Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

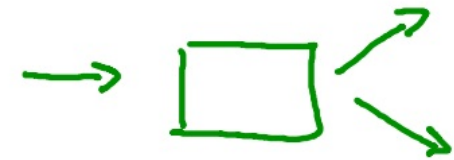
Opgaven bij § 7.4

- 3
- 11) $F_{\text{motor}} = 530 \text{ N}$
(bij $27,8 \text{ m/s}$)
- 12) $W = F \cdot s = 530 \text{ N} \cdot 1,0 \cdot 10^3 \text{ m} = 5,3 \cdot 10^5 \text{ J}$
- 13) per 100 km dus: $W = 5,3 \cdot 10^7 \text{ J}$
uit $7,7 \text{ L}$: $E_{\text{ch}} = 7,7 \cdot 33 \cdot 10^6 \text{ J} = 2,54 \cdot 10^8 \text{ J}$
 $\eta = \frac{5,3 \cdot 10^7}{2,54 \cdot 10^8} = 0,20$ oftewel 20%

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

inzicht: Let bij rendementsvraagstukken op welke gegevens bekend zijn van $E_{\text{TOT, IN}}$; $E_{\text{NUTTIG, UIT}}$ en $E_{\text{NUTTELOOS, UIT}}$.



REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Opgaven bij § 7.4

$$\left. \begin{aligned} 5 \cdot m_1 \cdot g &= v_2^2 \\ m_1 \cdot g &= v_1^2 \end{aligned} \right\}$$

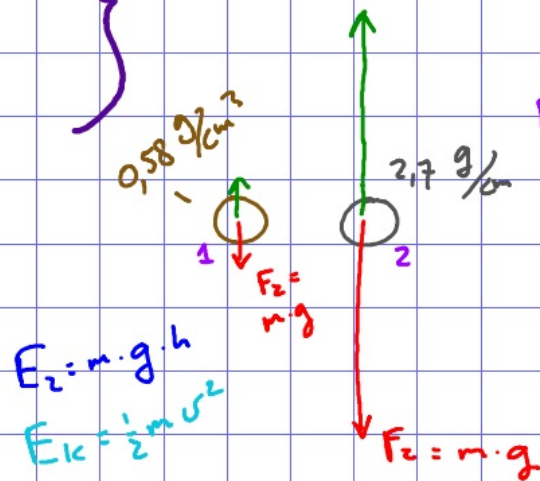
$$\left. \begin{aligned} m_1 \cdot g &= \frac{1}{5} \cdot v_2^2 \\ m_1 \cdot g &= v_1^2 \end{aligned} \right\}$$

$$\sqrt{\frac{1}{5}} \cdot v_2 = v_1$$

$$0,44 \cdot v_2 = v_1$$

$$\begin{aligned} m_2 \cdot g &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot \cancel{v_2} \cdot v_2 \\ m_1 g &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot \cancel{v_1} \cdot v_1^2 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{5} \cdot v_2^2 = v_1^2$$



$$\begin{aligned} F_z + F_{Lw} &= 0 \\ F_z &= -F_{Lw} \end{aligned}$$

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\alpha = \frac{1}{m} \tau$$

Hoofdstuk 7: Energie omzetten

§ 7.4 Zuinig met energie

$$m_2 = 5 \cdot m_1$$

$$F_{Lw} = \frac{1}{2} \times \rho \cdot v^2 \cdot A$$

REKENVRAAGSTUKKEN OPLOSSEN IN DRIE STAPPEN:

STAP 1: Schrijf op wat gevraagd wordt.

STAP 2: Verzamel gegevens en formules.

STAP 3: Reken om, tussenstappen, en reken uit.

GOUDENTIP:

"Als je niet weet waar te beginnen aan een rekenvraagstuk, reken dan uit wat je kunt en kijk of je daar iets aan hebt."

Hoofdstuk 7 Energie omzetten

- *ACTIVITEITEN* -

Als we grotere activiteiten zoals practicum gedaan hebben tijdens dit hoofdstuk dan vind je hier de informatie die daar bij hoorde. Hoewel dit niet cruciaal is voor succes op het proefwerk is het wel nuttig om te bekijken. Probeer je daarbij te herinneren wat we precies gedaan hebben en waarom dat een nuttige leeractiviteit zou kunnen zijn met het oog op de proefwerkstof.

Hoofdstuk 7 Energie omzetten

- Archief -

Uitwerkingen, 8 Oktober 2019

Opgave 1 Benni Raich Brücke

In figuur 6 zie je twee foto's van de Benni Raich Brücke in het Pitzdal in Oostenrijk. Deze brug is gespannen over een grote kloof met daaronder een rivier. De brug is populair bij bungee-springers.

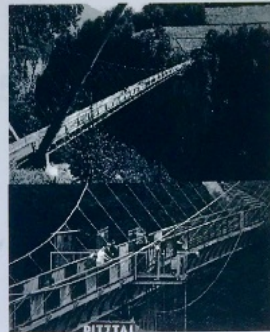
Bij bungee-springers spring je van grote hoogte naar beneden aan een elastiek. Deze rekt hierbij net zolang uit, tot je op je laagste punt hangt. Daarna beweeg je weer omhoog. Op de Benni Raich-brug springen de bungee-jumpers van het platform op de onderste foto van figuur 1.

In figuur 2 is een grafiek gemaakt van een sprong. Hierbij zijn de kinetische energie en de energie van het elastiek uitgezet tegen de hoogte h waarop de springer zich bevindt.

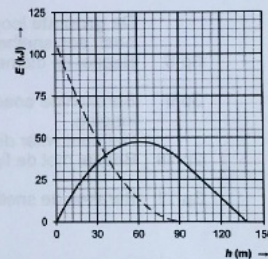
De hoogte $h = 0$ hoort hier bij het waterniveau in de rivier. Bij de sprong bleef de springer een verwaarloosbaar klein stukje boven het wateroppervlak. Dit is in de grafiek in figuur 2 niet te onderscheiden.

Figuur 2 staat vergroot op de bijlage.

- 2p 1 Leg uit welke lijn de kinetische energie is: de gestippelde grijze lijn of de doorgetrokken zwarte lijn.
- 4p 2 Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de massa van de bungee-springer.
- 3p 3 Teken in de figuur op de bijlage de grafiek van de zwaarte-energie als functie van de hoogte h . Geef een toelichting bij je werkwijze.



Figuur 1

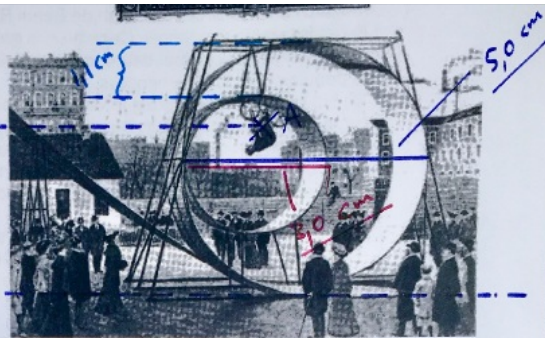


Figuur 2

Opgave 2

Fietsuitdagingen - juni 1904

In de fietsacrobatiek is de tak van loopingen maken de laatste tijd erg populair geworden. Fietsers tonen daarbij grote moed. De laatste vernieuwing in deze tak van sport, is de uitvinding van een fietser uit Berlijn, genaamd Böttner, die een dubbele looping heeft gemaakt. Stel je eens voor met welke snelheid de fietser door deze twee loopingen suist. Misschien is het dan mogelijk om voor te stellen welke stalen zenuwen de fietser moet hebben!

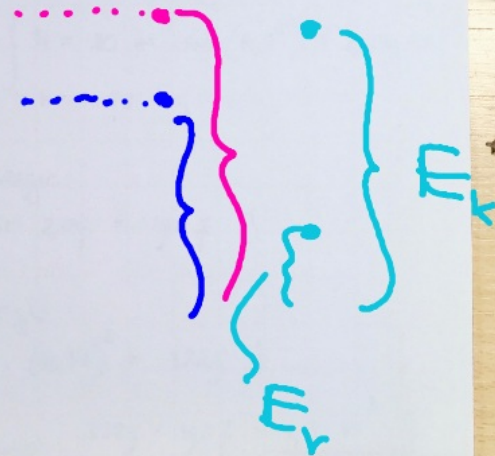


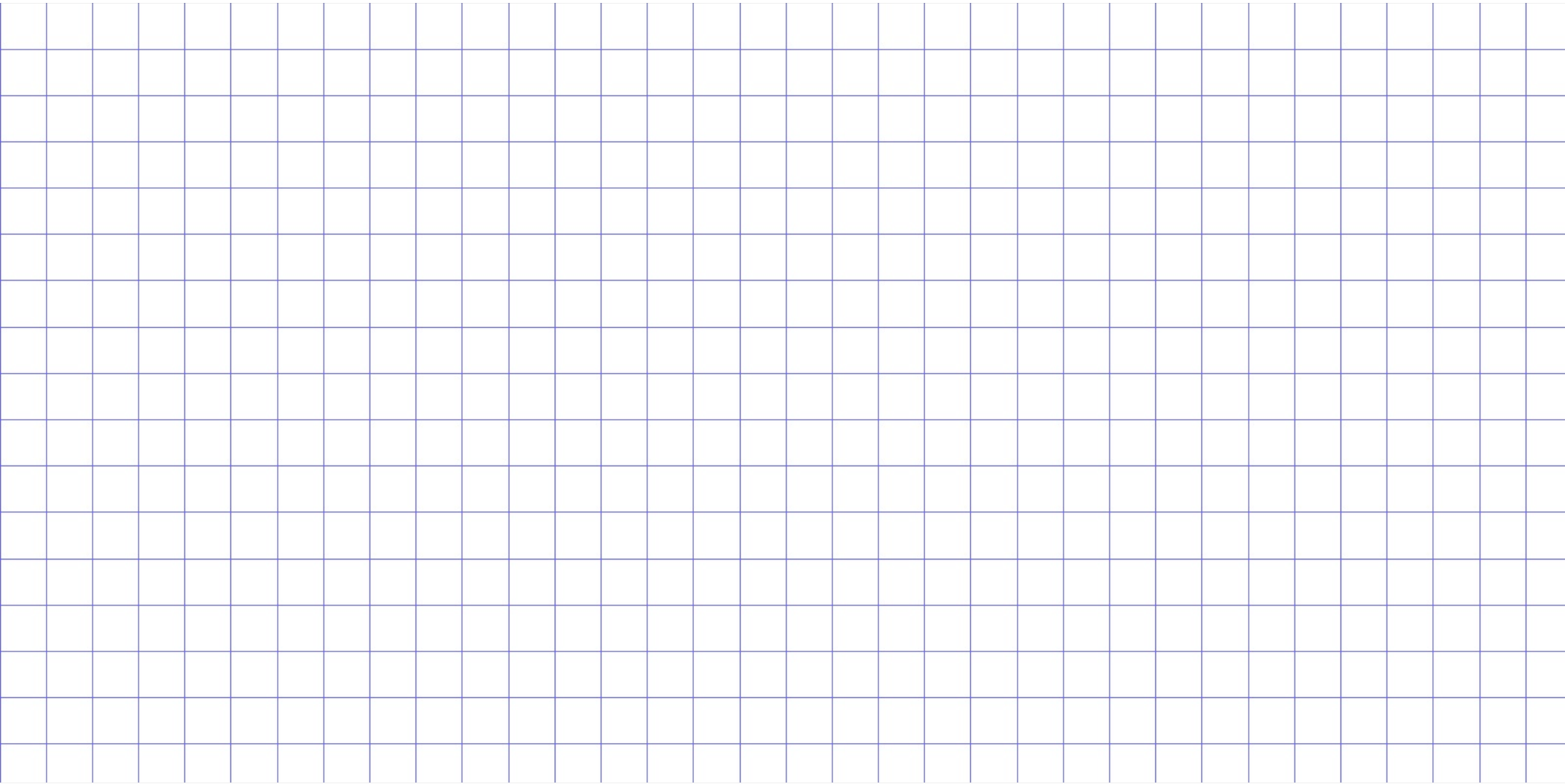
Figuur 1 Illustratie van de looping (Berlijn, juni 1904)

De figuur is op schaal

De **grootste** looping heeft een diameter van 5,0 m. De fietser (massa = 95 kg) heeft een snelheid van 8,0 m/s bovenin de grootste looping.

- 3p 8 Bepaal de diameter van de kleinste looping uit figuur 1.
- 3p 9 Bereken de energie, die de fietser heeft in het hoogste punt van de grootste looping.
Het punt waar de fietser zich in figuur 1 bevindt noemen we punt A.
- 2p 10 Bepaal met de figuur *ongeveer* de hoogte van punt A.
- 3p 11 Bereken de snelheid van de fietser in punt A.





20	19	18	17	13	12	11	10	9	6	5	4	3	2	1	0
8,5	8,1	7,7	7,4	5,9	5,5	5,1	4,7	4,4	3,2	2,9	2,5	2,1	1,7	1,4	1,0