



ENERGY

WERKGROEP WND 17/12/2022

Energie transformeert niet, het verplaatst zich

John De Poorter (Arteveldehogeschool)

Motivatie

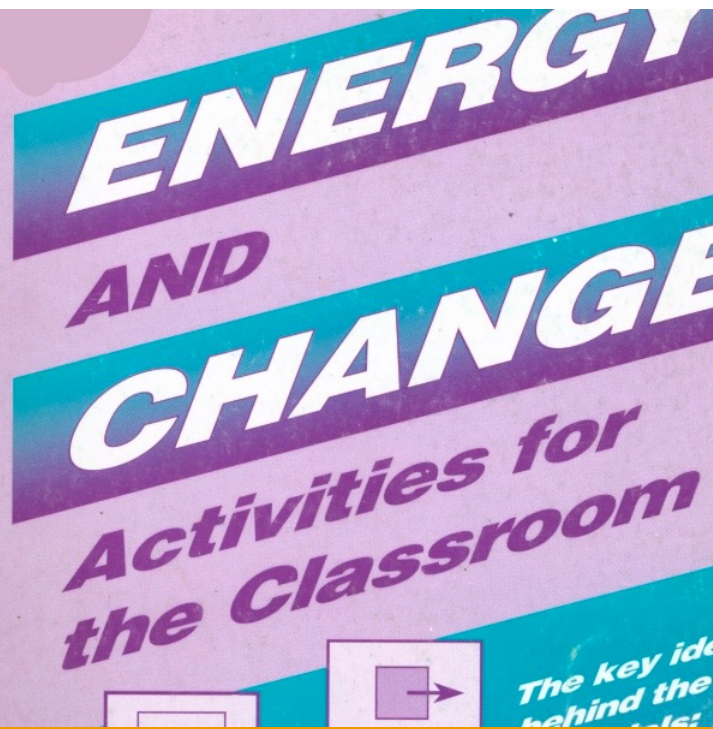
- Energie is een centraal concept
 - Verticale samenhang
- Praktijk?
 - Weinig samenhang
 - Eerste graad
 - Kwalitatief
 - Nadruk op energie-omzettingen
 - Tweede en derde graad
 - Arbeid en warmte verschijnen uit het niets
 - Kwantitatief via formules
 - weinig nadruk op effectieve groottes



Ondertussen veel onderzoek

Chapter 14: Towards a research-informed teaching sequence for energy¹

Robin Millar
University of York,



How is energy like money? Using analogies in physics teaching

Wilson Gonzalez-Espada and Kenneth Trantham

Rachel E. Scherr,¹ Hunter G. Close,² Abigail R. Daane,¹ Lezlie S. DeWater,¹ Benedikt W. Harrer,³ Amy D. Robertson,¹ Lane Seeley,¹ and Stamatis Vokos¹

Didactic Implications Resulting from Students' Ideas about Energy: an Approach to Mechanical, Thermal and Electrical Phenomena

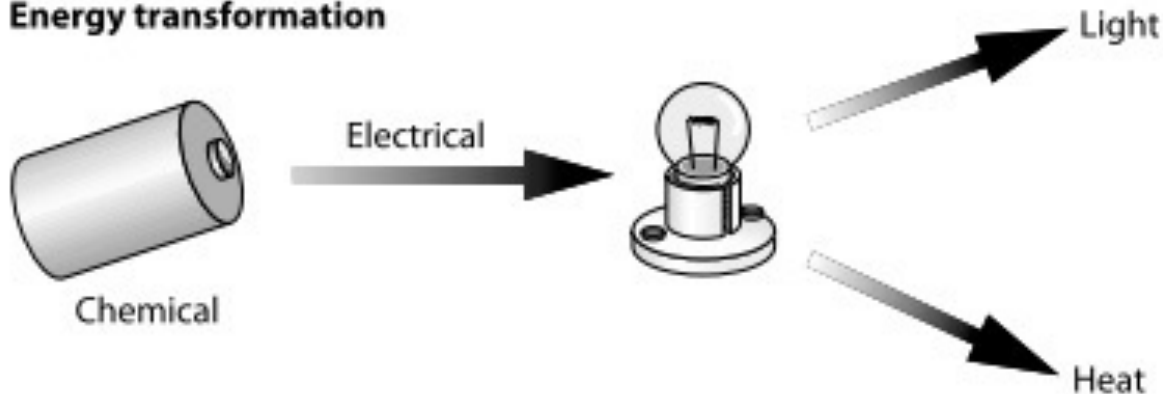
Dimitris Koliopoulos and Konstantinos Ravanis
dkoliop@upatras.gr; ravanis@upatras.gr

Department of Early Childhood Education, University of Patras, Greece

Belangrijkste conclusies

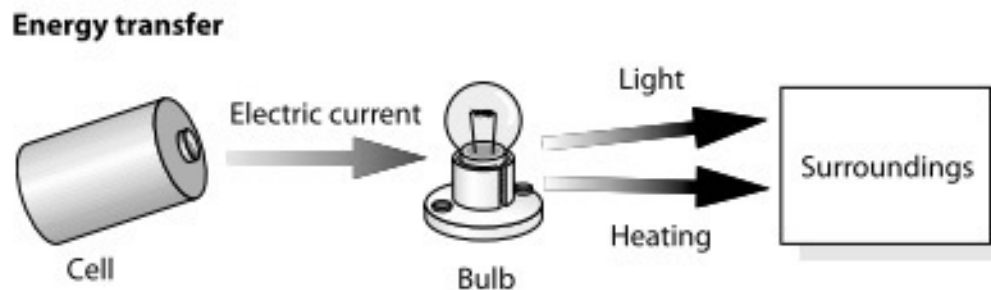
- Aanpak via energie-omzettingen staat sterk onder druk
 - Omzettingen geven weinig inzicht
 - Behoudsidee is niet duidelijk zichtbaar

Energy transformation



Belangrijkste conclusies

- Alternatief: Energie verplaatst zich
 - arbeid en warmte worden een 'natuurlijke' uitbreiding



- Leg meer nadruk op het kwantitatief karakter
 - 'There is a numerical quantity that does not change when something happens' (R. Feynman)

Inhoud werkgroep

- Deel 1: Op zoek naar een scherp energiebegrip
- Deel 2: Overgang naar warmte en arbeid
- Deel 3: Meten is weten



ENERGY

Wat is energie?

Ons energiebegrip onder de loep



Share WOOC LAP: ENERGIEARTARTEVELDE
VEEL OF WEINIG ENERGIE



2. Wie heeft meest energie? De slapende panda of de jaguar op topsnelheid.

20 respondents



40%

8 votes



60%

12 votes



30%



70%

De panda heeft een veel grotere massa waardoor alle chemische energiesoorten domineren

het vermogen om arbeid te verrichten

Slaap duurt langer dan een korte sprint met een hoge snelheid

Groter lichaam

De panda heeft veel energie in zijn lichaam om te kunnen gaan gebruiken, maar gebruikt op dit moment maar weinig. Het luipaard heeft op dit moment een hoge bewegingsenergie

Lastig, omdat ik niet weet op welke soort energie geduid wordt. maar panda en jaguar zijn in orde van grootte even zwaar, dus ik denk dat de 'extra' bewegingsenergie van de jaguar maakt dat deze 'meer energie' heeft

de jaguar heeft snelheid en de panda niet. Energie in de vorm van massa niet meegeteld

Jaguar beweegt, panda niet

Ervanuitgaande dat de panda een massa van 100kg heeft, en op drie meter hoogte zit bevat het zwaarte-energie van ongeveer 1 kJ, en de cheetah met ongeveer een massa van 50 kg, een topsnelheid van 100 km/h is het ongeveer 20 kJ

Er staat niet bij om welke energie het gaat, maar de rennende jaguar heeft al energie omgezet in bewegingsenergie, dus die is zijn energie al kwijt. De slapende panda is sowieso dikker en heeft dus vetreserves. Maar mij is het onduidelijk waar deze vraag naar vraagt

ik vermoed dat de Ez van de panda net wat minder zal zijn dan de Ek van de jaguar

In interpretere 'heeft energie' als bezit het meeste energie op dit moment. Door zijn lichaamsvet en passiviteit heeft de panda waarschijnlijk het meeste chemische energie.



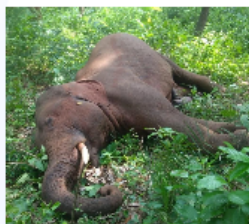
4. Wie heeft meest energie? De lachende baby of de dode olifant.

19 respondents



21%

4 votes



79%

15 votes

4. Wie heeft meest energie? De lachende baby of de dode olifant.



67%



33%

De olifant heeft een veel grotere massa

De baby heeft een hogere lichaamstemperatuur

dood dier kan geen arbeid verrichten

meer massa

Als we de olifant verbranden dan komt er meer warmte vrij die je ergens voor kunt gebruiken, dan de hoeveelheid gelach van een baby in een korte tijd.

Daar zit meer chemische energie in (koolstofverbindingen)

Baby kan actief over zijn energie beschikken

De dode olifant heeft meer materie en dus meer energie? De baby is duidelijk energieker natuurlijk. Maar ik ga even uit van de natuurkundige benadering en niet de biologische

de massa is meer, massa is energie

geen E_z of E_k , dus kijken naar chemische energie ga ik voor de olifant

zwaarder, dus meer (chemische) energie

Hoewel de dode olifant overduidelijk de meeste opgeslagen/chemische energie heeft vind ik energie in deze context het meest relevant als het door het organisme gebruikt kan worden, vandaar mijn keus voor de levende baby.

Meer massa

Massa is energie, de olifant heeft veel meer massa, dus daar is meer energie uit te halen



6. Wat heeft het meest energie? Eenzelfde massa benzine of zuiver water.

19 respondents



89%

17 votes



11%

2 votes

6. Wat heeft het meest energie? Eenzelfde massa benzine of zuiver water.



75%



25%

Water heeft meer vrijheidsgraden voor beweging van het molecuul

hogere soortelijke warmte

Verbranding geeft warmte af

Water raakt niet zo snel uitgeput als benzine

meer potentiële energie bij verbranding

hogere stookwaarde

stookwaarde

Verbranden van benzine gaat makkelijker

energie inhoud van benzine is groter dan die van water

Als het over chemische energie gaat heeft benzine de meeste energie

Water verbranden kan niet, afhankelijk weer vanuit welke ideeën: benzine heeft meer potentiële energie bij verbranding. Maar zo lang er niks mee gebeurt en de massa gelijk is ...

wederom kijkend naar chemische energie

Bevat het meeste energie

Benzine bevat naast massa ook potentiële chemische energie. Kan gemakkelijk verbindingen aangaan en daar komt energie bij vrij



8. **Wat heeft het meest energie? Een sterke magneet of een steen met dezelfde massa als de magneet.**

19 respondents



68%

13 votes



32%

6 votes



88%



13%



9. Motiveer kort je keuze.

19 respondents

De magneet heeft tgv. de magnetische kracht die er op kan worden uitgeoefend meer potentiële energie

Spinrichting is niet willekeurig

extra "functie" magnetisme

zou zeggen beiden evenveel

beide, hangt af wat je ermee wilt doen. laten vallen?

geen van beide want er is geen magnetische energie

De steen heeft meer mogelijkheden om zijn energie in te zetten

ik heb hier geen motivatie meer voor, de vragen verwarren

geen reden, deze was moeilijk

geen idee

geen idee...

Bevat naast potententiele energie ook magnestische energie

potentie om iets te doen

Eigenlijk kan ik geen verschil maken. Dat iets magnetisch is biedt op zich geen energie. Alleen als je er een andere magneet bij in de buurt houdt, dan is er bij de magneet meer potentiële energie.

10. Wat heeft het meest energie? Een hoeveelheid hout, dezelfde hoeveelheid in brand of de overblijvende as.

19 respondents



84%

16 votes



16%

3 votes

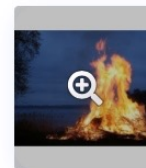


0%

0 votes



88%



13%



0%



11. Motiveer kort je keuze.

19 respondents

In het hout zit de chemische energie nog opgeslagen die tijdens het branden al naar de omgeving gaat en daarna (in de as) weg is

van hout kan je de andere twee maken dus heb je de hoeveelheid energie er ook van

heeft nog de meeste mogelijkheden om energie om te zetten

twijfel tussen hout en brandend hout

..

hier zijn meerdere vormen van energie aanwezig; warmte, licht, chemische energie, bewegingsenergie

Het hout is het meest veel belovend qua energie

?

De energie kan nog gebruikt worden

zelfde chemische energie als het hout alleen, maar dan ook nog lichtenergie erbij. as heb je denk ik nog weinig aan in termen van energie

kan nog verbrand worden, waarbij energie (licht, warmte) vrijkomt

Er is nog niks opgebrand dus bevat de meeste opgeslagen energie

Alles zit er dan nog in

Het kost energie om van as weer hout te maken. Bij het vuur is ook al een deel weg.



12. Wat heeft het meest energie? Een volle batterij of een stukje plastic met dezelfde massa als de batterij.

19 respondents



95%

18 votes



5%

1 vote



100%



0%



13. Motiveer kort je keuze.

19 respondents

De ionen in de batterij hebben veel extra potentiële energie tgv de ladingen die gescheiden zijn van elkaar

De batterij heeft elektrische energie en het stukje plastic niet

de batterij kan energie omzetten

batterij heeft elektrische energie

beide

potentiele energie?

Plastic moet verboden worden, zeker losse stukjes. Batterijen ook niet echt ok,....

??

deze kun je hergebruiken. Een elastiekje verliest zijn rek

geen idee

bevat ook opgeslagen 'elektrische' energie

Bevat naast potentiele energie ook elektrische energie

potentie om iets te doen

In de batterij zit naast massa ook energie in het chemische systeem. Die kan vrij komen als je een stroom laat lopen. Als de batterij vervolgens leeg is, dan is die energie er niet meer in.

chemische energie van koolwaterstoffen is groter dan die van de metaaloxiden uit de batterij?

De batterij heeft meer massa en meer Eelektr dus die wint dan met Ez en Eelektr, maar bij thermische energie kan het anders liggen; ook de energie die omgezet is om de producten te

Gekende preconcepten

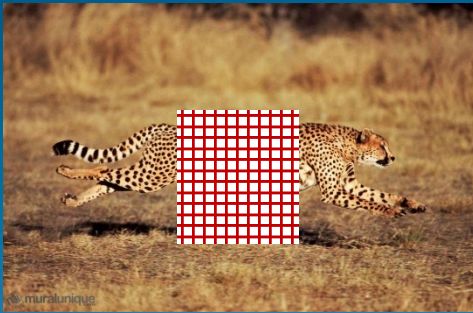
- Enkel levende wezens hebben energie (1,2)
- Energie = kracht en beweging (1, 4)
- Energie = brandstof, vloeistof (3)
- Elektriciteit = energie (6)
- Energie veroorzaakt veranderingen (5)

Wat versus Hoe?

- Wat energie is, is een moeilijke vraag...
- Hoe het werkt en ons beïnvloedt is veel interessanter en relevanter
-daarom visueel model over hoe het werkt

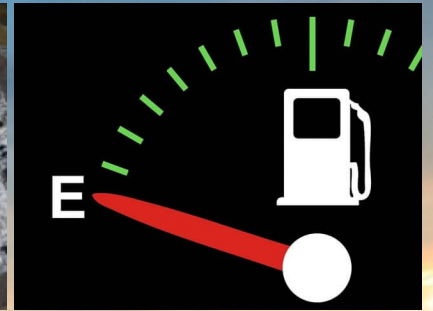
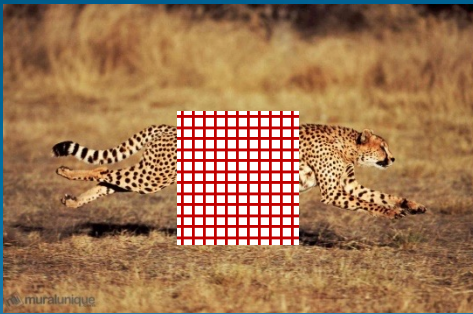
Visueel model

- Alles bevat een hoeveelheid energie



Visueel model

- Doorheen de tijd zijn er veranderingen/processen



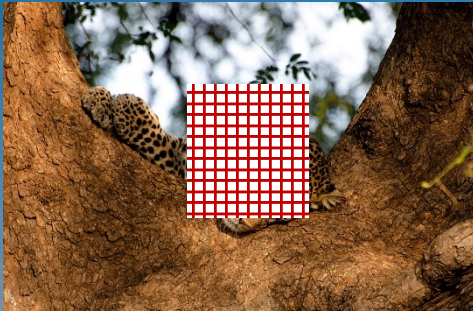
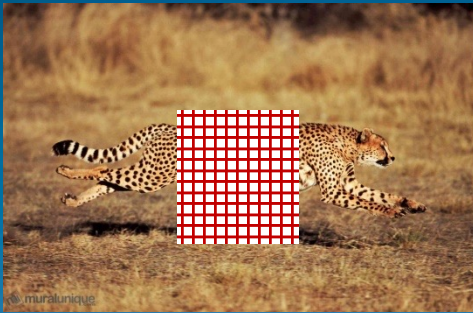
Visueel model

- Doorheen de tijd zijn er veranderingen/processen



Visueel model

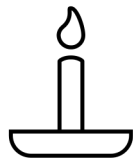
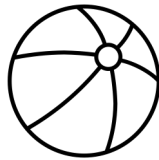
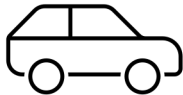
- Energie verplaatst zich tijdens processen



Iets abstracter

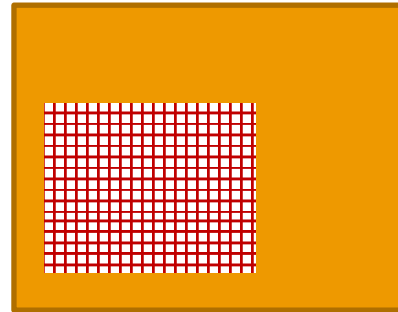
- Definieer je systeem
 - = waar kijk je naar?
 - Vbn.

Systeem



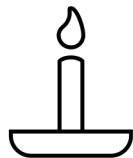
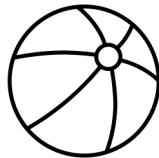
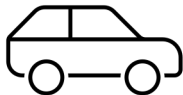
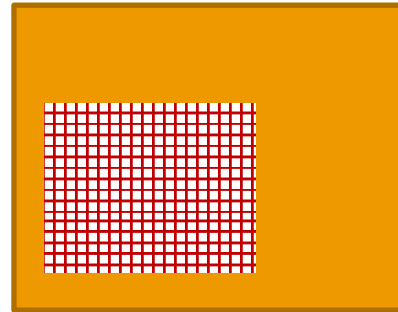
Elk systeem bevat energie

- Toestand systeem
 - voor het proces plaats vindt



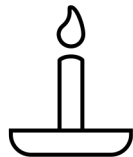
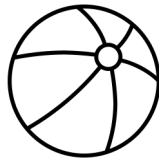
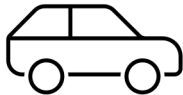
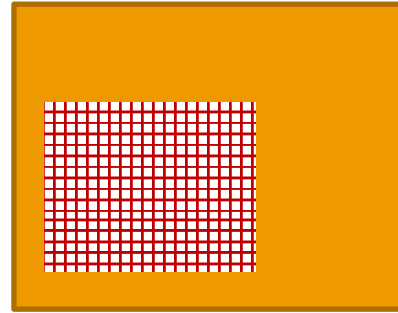
Systeem verandert tijdens proces

- Proces 1
 - Systeem krijgt extra energie vanuit de omgeving
 - Zoek voorbeelden



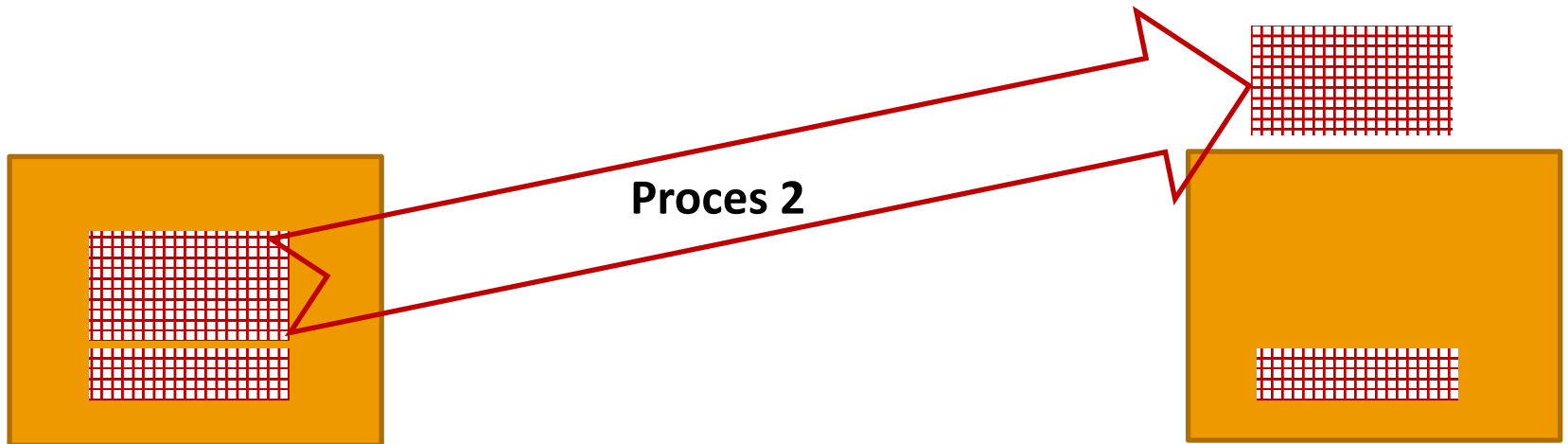
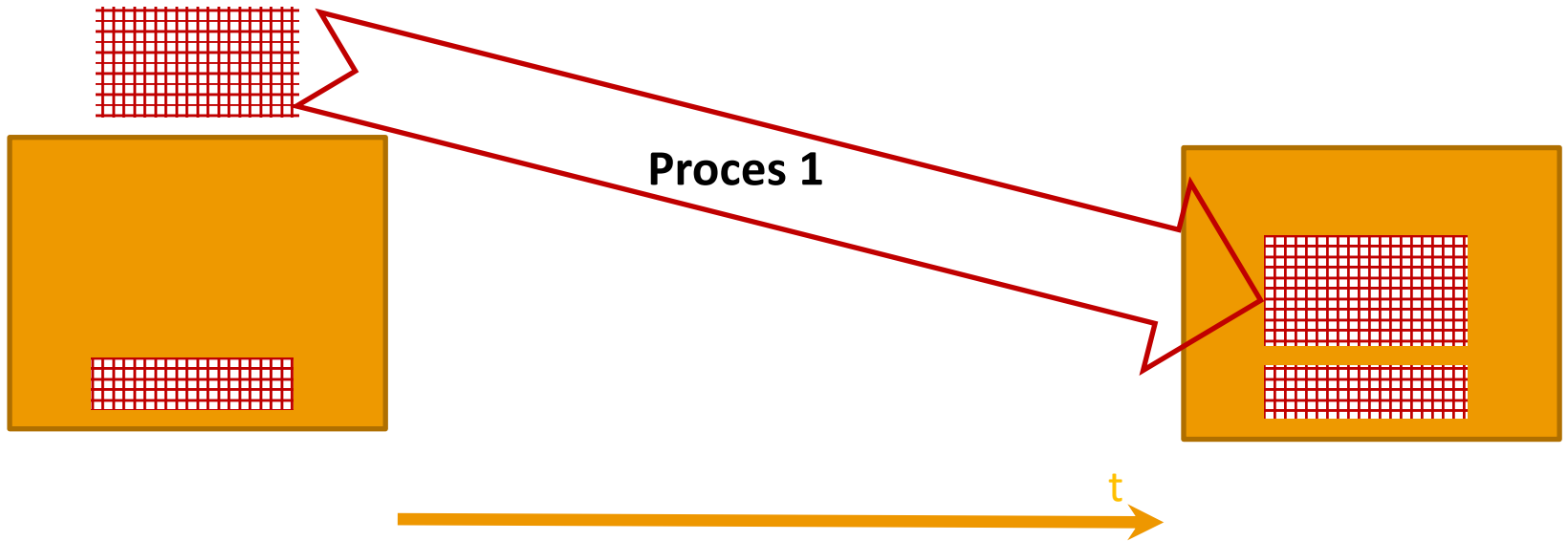
Systeem verandert tijdens proces

- Proces 2
 - Systeem verliest energie aan de omgeving
 - Zoek voorbeelden



Toestand voor

Toestand na



ENERGY

- Systemen hebben energie
- Energie...
 - ...is iets dat zich verplaatst tijdens processen/veranderingen
 - 'Energie is de boekhouder van de veranderingen'
- Energie gaat, net als massa, niet verloren

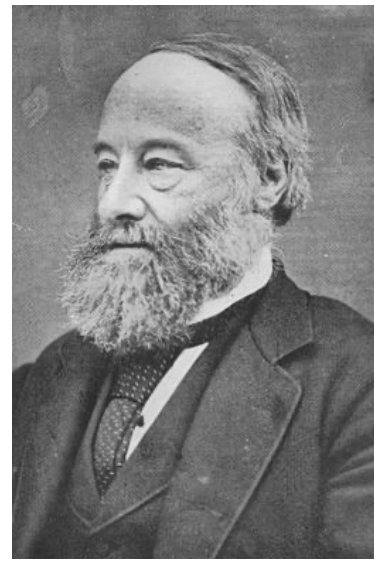


Filosofische bedenking

- De totale energie is afhankelijk van de context
 - Voorbeelden
 - Kernenergie is doorgaans niet relevant
 - Totale mechanische energie is interessant indien geen wrijving
 - Potentiële energie vraagt om een referentiewaarde
 - Chemische energie maar interessant bij mogelijke verbranding
 - De relevante processen bepalen de totale energie

Maak kennis met de Joule

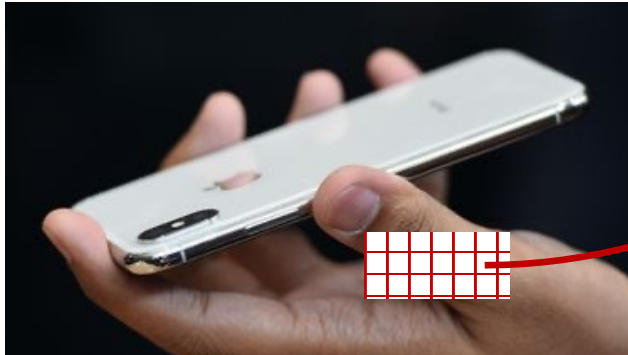
- 1 Joule (J) is de eenheid van energie
- Hoe groot is 1 J?
 - Verplaats je smartphone (200 g) 0,5 m naar boven



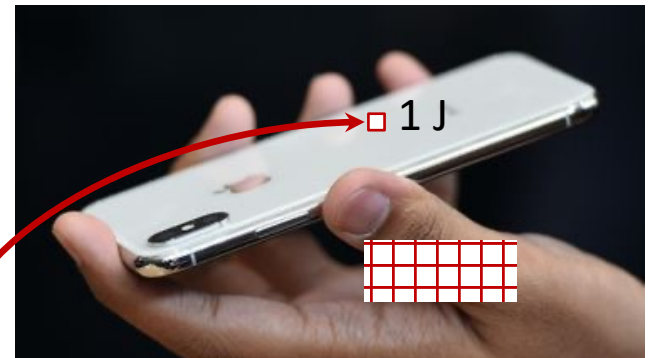
In ons visueel model

voor

0,5 m



na



Wat is het systeem?
smartphone
1 J energie verplaatst zich...
...van hand
...naar smartphone

Hoeveel energie?



10^4

10^5

10^6

10^7

10^8

10^9

10^{10}

10^{11}

E (J)

Grondige analyse (experten)

	massa (kg)	T (°C)	Thermisch* (MJ)	Chemisch (MJ)	Kinetisch (MJ)	Magnetisch (MJ)	Elektrisch (MJ)	Totaal (MJ)	Totaal (J)
magneet	1	20	0,010	0	0	0,003	0	0,01	1,3E+04
as	1	20	0,017	0	0	0	0	0,02	1,7E+04
batterij	0,05	20	0,0004	0	0	0	0,018	0,02	1,8E+04
steen	1	20	0,020	0	0	0	0	0,02	2,0E+04
plastiek	0,05	20	0,0017	1,5	0	0	0	1,50	1,5E+06
water	25	20	2,1	0	0	0	0	2,09	2,1E+06
baby	5	37	0,6	179	0	0	0	180	1,8E+08
hout	25	20	1	388	0	0	0	389	3,9E+08
jaguar	30	37	3,6	675	0,017	0	0	678	6,8E+08
brandstof	25	20	1,1	1.100	0	0	0	1101	1,1E+09
panda	100	37	11,9	2249	0	0	0	2261	2,3E+09
olifant	6000	20	712,3	134940	0	0	0	135652	1,4E+11

* t.o.v. 0 °C



ENERGY

3.4 Energievormen of reservoirs

Van transformatie naar verplaatsing

Heeft energie een vorm?

- ... maar de energie is steeds dezelfde
 - ze ziet er niet anders uit in een ander vorm
 - 1 J energie blijft hetzelfde in elke vorm
- ...wel zit de energie anders geordend in elke vorm
- ...dezelfde energie zit in een ander reservoir
 - Angelsaksische wereld vermijdt woord energievorm
 - Wij gaan niet zo ver...

Energievorm/reservoir

1. Energiereservoirs

	Potentiële energie	Kinetische energie
Micro	· chemische energie	· thermische energie
	· kernenergie	
	· elektrische energie	
Macro	· gravitationele energie	· kinetische energie of bewegingsenergie van voorwerpen
	· elastische energie	

2. Energie die zich verplaatst:

- stralingsenergie
- elektrische arbeid
- mechanische arbeid
- warmte

De broodrooster challenge

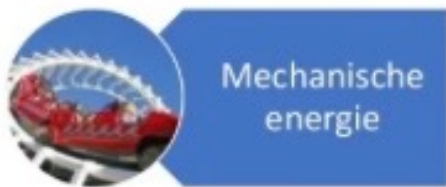


Chemische energie



Belangrijk idee

- Energie zit niet in alle reservoirs even dicht bij elkaar



Thermische energie



Chemische energie



10^2

10^3

10^4

10^5

10^6

10^7

E (J)

Voor welke munt heb je het meest energie nodig om die te maken?



$m = 7,5 \text{ g}$
75% uit Cu, 20% Zn, en 5 % Ni
Productie-energie Cu 0,0925 MJ/g

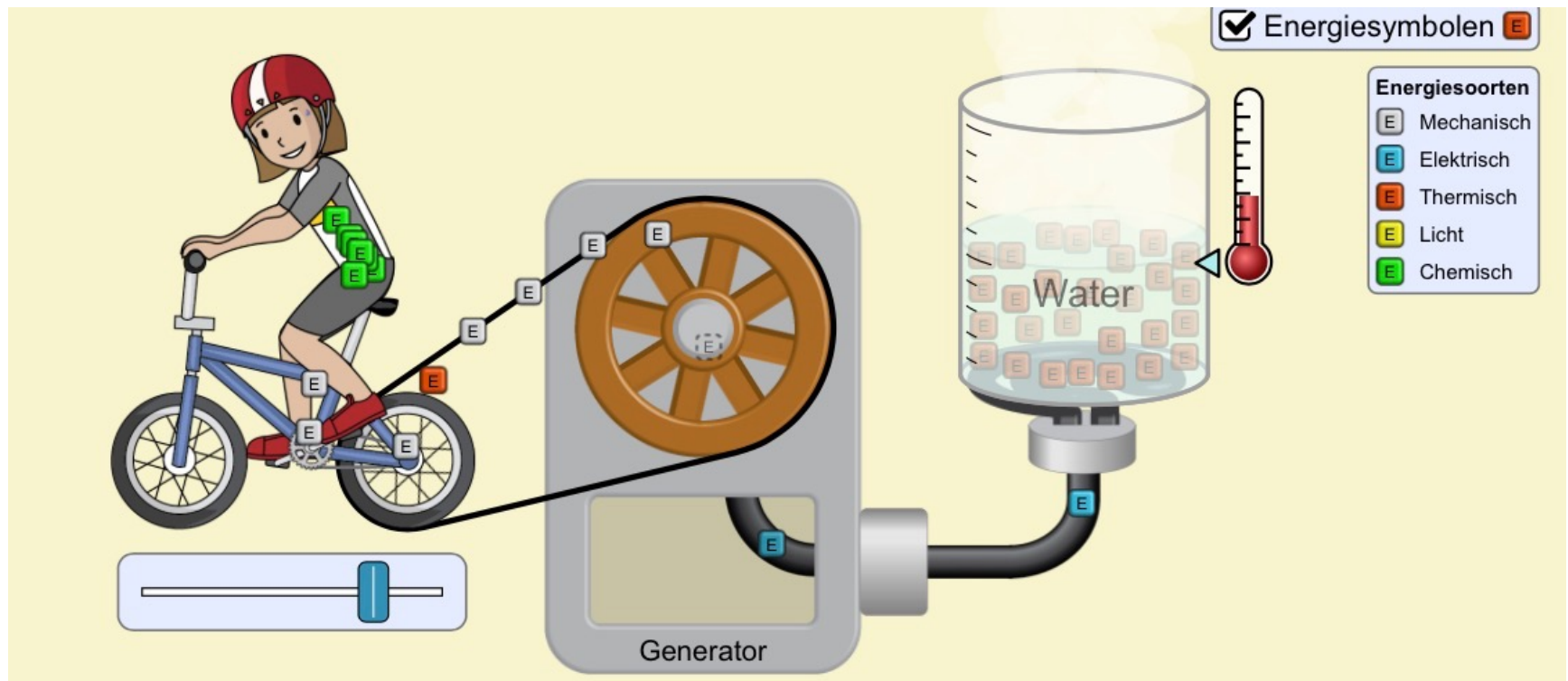
Totaal **0,7 MJ**

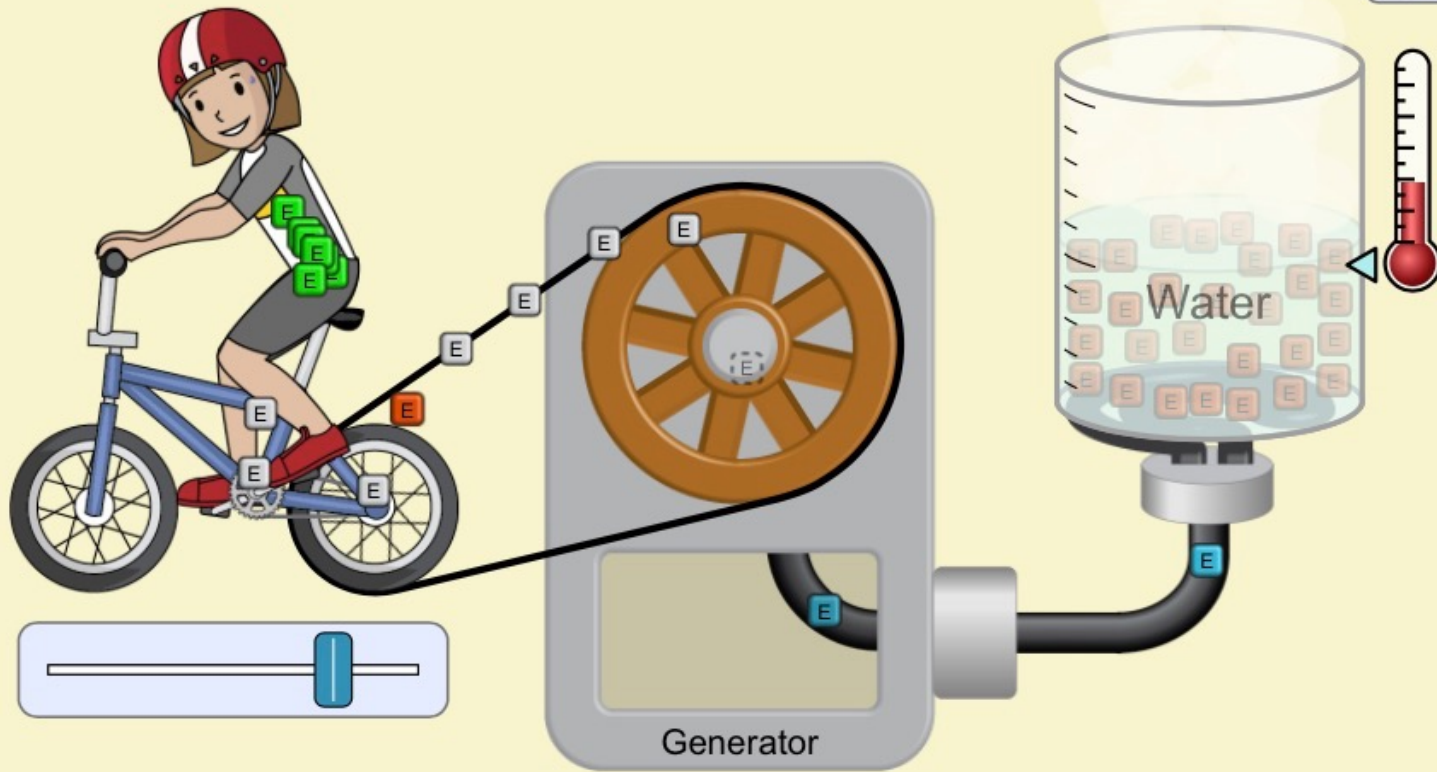


Jaarlijkse energiekost: 125,1 TWh
Er zijn 1.8953.756 Bitcoins (10/2/2022)

Per jaar **$2,38 \cdot 10^4 \text{ MJ}$**
Maar 1 Bitcoin = 38.553 Euro (10/2/2022)
Per Euro waarde, per jaar **0,62 MJ**

Bruikbare voorstelling via Phet





Energiesoorten	
	Mechanisch
	Elektrisch
	Thermisch
	Licht
	Chemisch

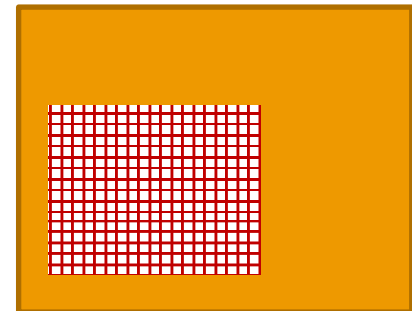
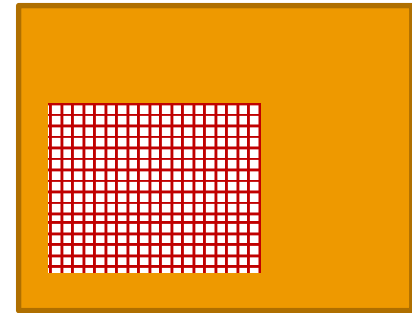
ENERGIESTROMEN, ARBEID EN WARMTE

Achtergrond: Eerste hoofdwet

- $\Delta E = E_2 - E_1 = W + Q$
 - Formule voor een proces in een open systeem
 - Energie
 - Toestandsgrootte (voor en na)
 - Arbeid en warmte
 - Procesgrootte
 - **Hoeveel energie heeft zich verplaatst naar buiten het systeem?**

Arbeid (bij cte T)

- Een maat voor de verplaatste hoeveelheid energie
- $\Delta E = W < 0$
 - Energie systeem neemt af
 - Systeem oefent arbeid uit op de omgeving
- $W > 0$:
 - Energie neemt toe
 - Er wordt arbeid op het systeem uitgeoefend



The top half of the image features a dark blue background with bright, glowing blue lightning bolts. The word "ENERGY" is written in large, glowing blue, blocky letters across the center. A faint, semi-transparent watermark of the word "ENERGY" is visible behind the main text.

ENERGY

METEN IS WETEN



Energiemeter

- Meet niet hoeveel energie iets heeft maar wel
 - hoeveel energie en vermogen zich verplaatst van de bron naar de gebruiker
 - Elektrische arbeid



Elektrische toestellen : hoeveel verbruiken ze jaarlijks?

Om doeltreffend te besparen op de energiefactuur, moet u nagaan welke toestellen het meest verbruiken. Pas dan kunt u deze apparaten vervangen, minder gebruiken, uitschakelen of weghalen...



Hoe bereken ik het jaarlijks verbruik van een toestel?

$$\frac{(x \text{ dagen}) \times (x \text{ uren gebruik}) \times (x \text{ watts})}{1000} = x \text{ kWh/jaar}$$

Hoeveel kost dat?



Vermenigvuldig het aantal kWh met de prijs per kWh vermeld op uw factuur, incl. belastingen en heffingen (gemiddeld 0,25 €/kWh in Brussel).



Opmerkingen:

De verbruikscijfers (bron: Homegrade) stemmen overeen met een gemiddeld gebruik in normale omstandigheden.



Hoe controleer ik het verbruik per toestel?

Gebruik een mobiele wattmeter. Plaats die tussen het stopcontact en het toestel. Verkrijgbaar in elke doe-het-zelfzaak.



Een vraag over energie?

STEL EEN VRAAG OF ZOEK EEN ENERGIE-TERMIN

U vindt het antwoord op: www.energid.be

Mechanische vermogenmeters

- Meet het krachtmoment
 - Nauwkeurig (< 1%)
- Meet het aantal stappen
 - Fouten tot 10 %
 - Gemiddelde energie

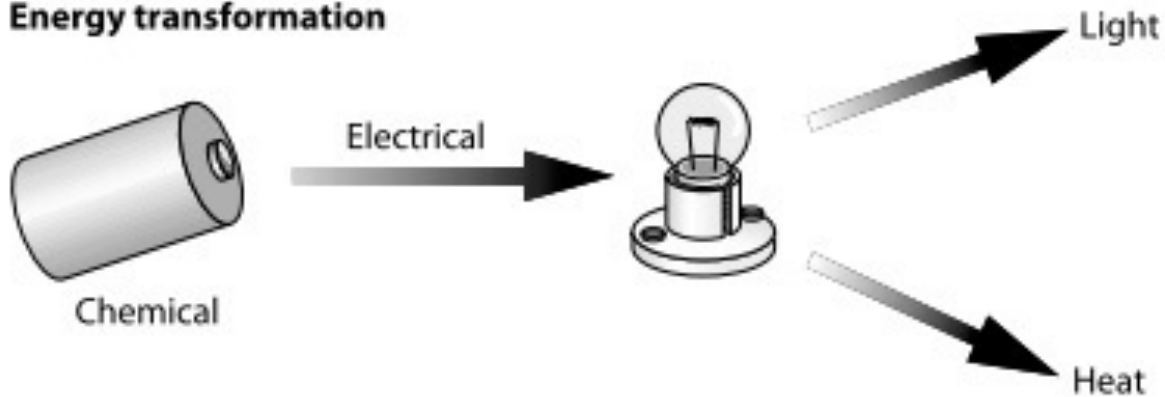
$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$
$$P = M\omega = M2\pi f$$

Garmin Vector 3 Plug & Play Wattmeter Pedaalsysteem met twee sensoren, zwart

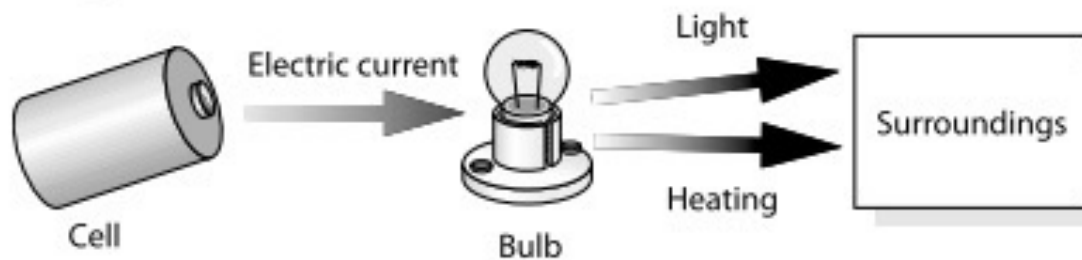


Basisideeën

Energy transformation



Energy transfer



Exit: Basisideeën

- Energie verplaatst zich tijdens processen
- Koppel aan het begrip energiedichtheid
- Arbeid/warmte is een maat voor de energieverplaatsing
- Werk kwantitatief
 - Meten en rekenen
- Meer info op: Alle info op
 - <https://fysica-artevelde.weebly.com/energie.html>

POWERPOINT PRESENTATIE

EXCEL-FILE TOTALE HOEVEELHEID ENERGIE

CURSUSMATERIAAL

