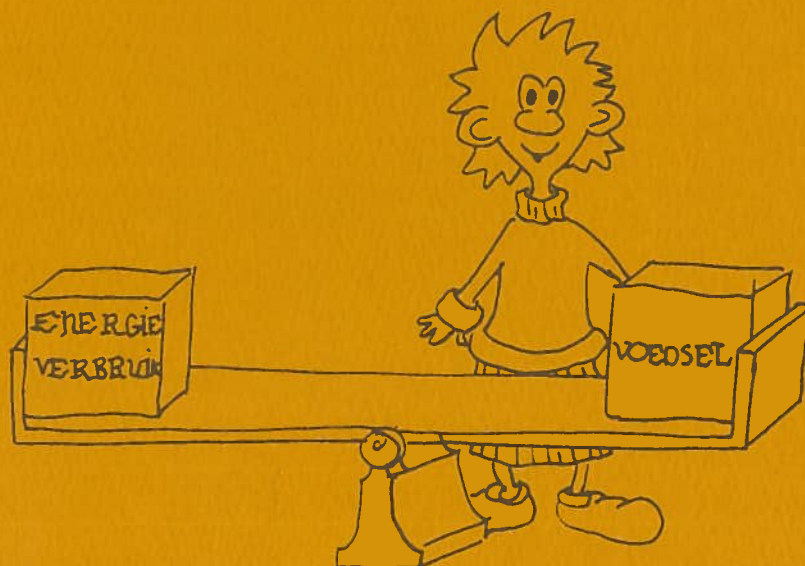


Deel 2 Energie en je lichaam



NATUURKUNDE VOOR IEDEREEN

ENERGIE EN JE LICHAAM

Bestemd voor klassen 2 en 3 havo-vwo
(herziene uitgave)

Samenstelling en redactie: Anneke de Leeuw,
naar ideeën van Robert Bouwens

Tekeningen: R.J.J.G. Gerstel

A. Alting

Typewerk: J. Dijstelbloem

MENT-project

Vakgroep Didaktiek

Afdeling der Technische Natuurkunde

Technische Hogeschool Eindhoven

MENT 86-09, 3e druk

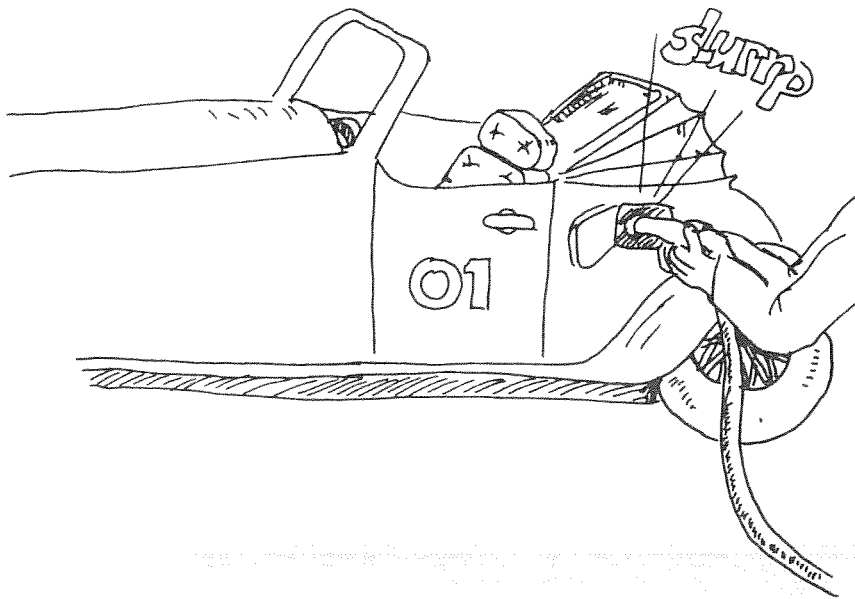
INHOUD

1. ENERGIE EN JE LICHAAM.	1
1.1. Brandstof voor je lichaam.	1
1.2. Hoeveel energie heeft je lichaam nodig?.	4
Wat je moet weten	9
2. ENERGIE.	10
2.1. Wat is energie?.	10
2.2. Eenheid van energie.	12
Wat je moet weten	17
3. ENERGIE EN JE ETEN.	18
3.1. Verbrandingswaarde.	18
3.2. Energiebalans van je lichaam.	21
Wat je moet weten	26
Werkstuk.	26
4. HET VERMOGEN VAN JE LICHAAM.	27
4.1. Wat is vermogen?.	27
4.2. Vermogen van je lichaam.	31
Wat je moet weten	36
Werkstuk.	36
5. ENERGIE GAAT NOOIT VERLOREN.	37
5.1. Energiesoorten.	37
5.2. Energieomzettingen.	43
Wat je moet weten	49
Werkstuk.	49

1. ENERGIE EN JE LICHAAM

1.1 BRANDSTOF VOOR JE LICHAAM

Je kunt je wel voorstellen wat er gebeurt als je vader of moeder vergeet de benzinetank van de auto te vullen en toch met de auto gaat rijden. De motor zal na enige tijd beginnen te pruttelen en even later zal hij afslaan. De auto heeft brandstof nodig om te kunnen rijden. Uit de **brandstof** haalt de motor de energie die voor het rijden nodig is. Als de brandstof op is heeft de motor geen energie meer en zal de auto stoppen.



Figuur 1 Uit de brandstof haalt de automotor de energie.

Vraag 1.

Uit welke brandstoffen kan een automotor zijn energie halen?

Je lichaam heeft ook brandstof nodig. Je haalt daar de energie uit om allerlei dingen te doen. Naar school fietsen bijvoorbeeld of dansen of sporten. Maar ook als je stil zit of slaapt heeft je lichaam energie nodig.

Vraag 2.

Waar heeft je lichaam energie voor nodig als je niet beweegt?

De brandstof die je nodig hebt zit in je voedsel. Zoals een auto de energie haalt uit benzine zo haalt je lichaam de benodigde energie uit wat je eet en drinkt.

Je lichaam zit echter ingewikkelder en anders in elkaar dan een auto. Het voedsel dat jij eet bevat dan ook meer dan alleen brandstoffen.



Figuur 2 Smakelijk !

Je voedsel bestaat uit:

a) BRANDSTOFFEN

Je lichaam is in staat deze stoffen te verbranden. Bij deze verbranding komt de energie vrij die je lichaam nodig heeft. Je voedsel bestaat voor het grootste gedeelte uit brandstoffen.

b) WATER

In je voedsel en datgene wat je drinkt zit veel water. Je lichaam heeft water nodig voor het vervoer van o.a. brandstoffen en afvalstoffen.

c) VITAMINEN EN MINERALEN

Vitaminen zorgen ervoor dat je lichaam zoveel mogelijk energie uit je voedsel haalt en dat allerlei (scheikundige) reacties in je lichaam goed verlopen.

Mineralen zijn onmisbare bouwstoffen voor je lichaam. Kalk is bijvoorbeeld nodig voor de opbouw van je botten.



Figuur 3 De schijf van vier goed voor je lijf! (zie blz. 18 Leesboek Energie).

Vraag 3.

Wat kunnen de gevolgen zijn van vitaminegebrek?

In welke periode van je leven heb je de grootste hoeveelheid kalk nodig?

SAMENVATTING

Je lichaam heeft energie nodig. Deze energie haalt het uit brandstoffen. De brandstoffen zitten in je voedsel.

Voedsel bevat brandstoffen, water, vitaminen en mineralen.

1.2 HOEVEEL ENERGIE HEEFT JE LICHAAM NODIG?

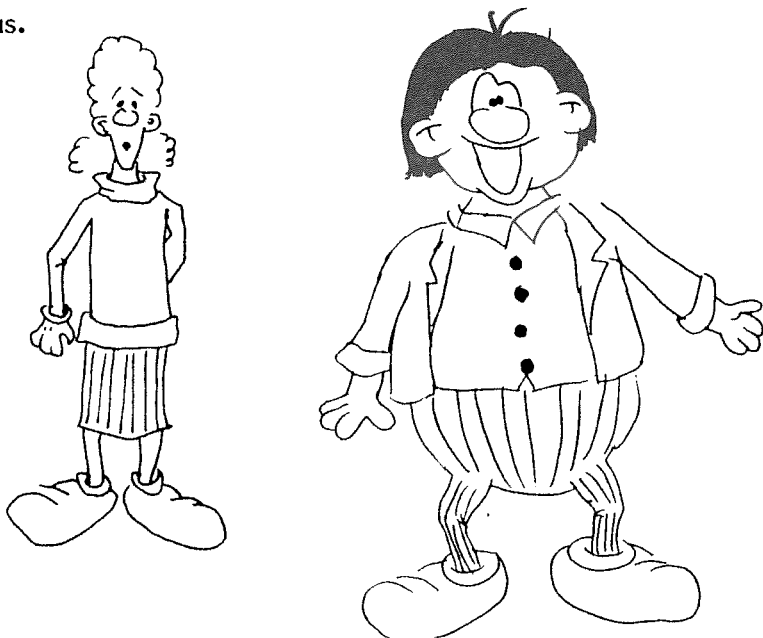
Je lichaam heeft energie nodig, maar hoeveel?

Als je meer brandstof verbrandt zal er ook meer energie vrijkomen. Je moet echter bedenken dat niet alle brandstof altijd meteen verbrand wordt: je lichaam is namelijk in staat om brandstoffen op te slaan.

Vraag 4.

In welke vorm kan je lichaam energie opslaan?

Het kan ook voorkomen dat je lichaam juist méér energie nodig heeft dan de energie die vrijkomt als je de brandstoffen, in het net door jou gegeten voedsel, gaat verbranden. Je verbrandt dan de eerder opgeslagen brandstofvoorraden, je vetlagen dus.



Figuur 4 't Is niet altijd eerlijk verdeeld...

Vraag 5.

Afvallen kun je op twee manieren doen. Welke?

Dit alles betekent dat je als je precies wilt weten hoeveel energie je lichaam nodig heeft, je niet eenvoudigweg naar de hoeveelheid voedsel die je eet, kunt kijken.

Er zijn echter wel andere manieren om daar achter te komen. Die gaan we nu nader bekijken.

ADEMHALING

Je weet dat als je je extra inspant, bijvoorbeeld hard loopt, je gaat hijgen. Je ademhaling gaat sneller. Doordat je sneller gaat ademen "pomp" je meer lucht je longen in en uit. In de lucht die je inademt bevindt zich **zuurstof**. Een stof waar je maar heel kort buiten kunt: enkele minuten zonder lucht, zonder zuurstof dus, betekenen je dood.

We gaan meten hoeveel keren je per minuut in- en uitademt en hoeveel liter lucht je per ademhaling uitademt. Daarmee ga je berekenen hoeveel zuurstof je per minuut verbruikt.

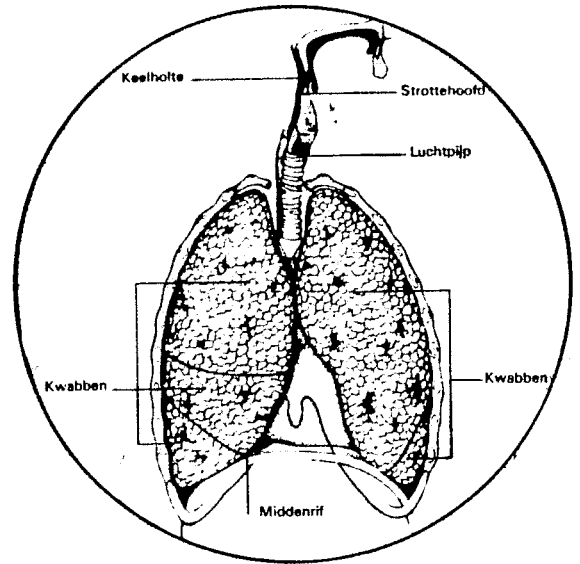
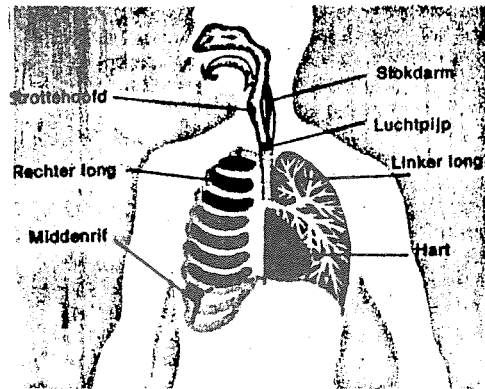
De hoeveelheid uitgeademde zuurstof per minuut is een maat voor de hoeveelheid energie die je lichaam per minuut nodig heeft.

PROEF 1. Het bepalen van je ademhalingsfrequentie.

Je **ademhalingsfrequentie** is het aantal keren dat je per minuut in- en uitademt. Eén keer inademen en één keer uitademen tellen samen voor één keer.

Het goed meten van de ademhalingsfrequentie is niet zo eenvoudig. De snelheid waarmee je ademhaalt kun je namelijk zelf regelen; op elk moment kun je sneller of langzamer gaan ademen. Tijdens het meten moet je dus proberen zo gewoon mogelijk te ademen. Tel nu gedurende een minuut hoe vaak je adem haalt. Doe dit nadat je tenminste vijf minuten stilgezeten hebt. Doe de meting nog twee keer. Bepaal nu uit de drie metingen jouw gemiddelde ademhalingsfrequentie. (De gemiddelde waarde kun je vinden door de drie uitkomsten bij elkaar op te tellen en dan door drie te delen).

Noteer je ademhalingsfrequentie op je lichaamsformulier dat je bij je docent(e) kunt krijgen.

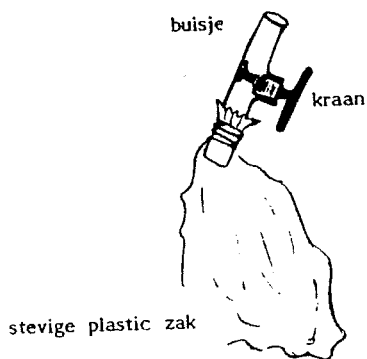


Figuur 5 Je ademhalingsorganen, de longen.

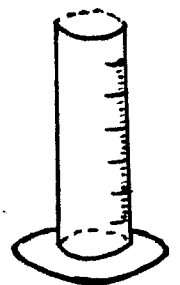
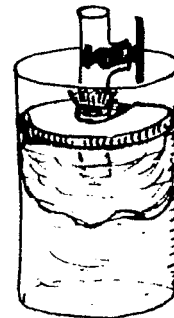
PROEF 2. Bepaling van je teugvolume.

De hoeveelheid lucht die je per ademhaling uitademt noemen we je **teugvolume**. Je meet het in liters.

Om te weten te komen hoe je je teugvolume bepaalt moet je figuur 6 bekijken.



groot bekersglas of emmertje



Figuur 6 Benodigheden om je teugvolume te bepalen.

maatcilinder

Je ziet daar een buisje met een kraan. Aan de ene kant is, met een elastiekje, een stevige plastic zak bevestigd. De andere kant van het buisje staat in verbinding met de buitenlucht. Ga nu als volgt te werk:

- Zorg dat de plastic zak helemaal leeg is.
- Adem uit in de plastic zak, met de kraan open.
- Sluit de kraan en adem weer in.
Regelmatig en normaal ademen!
- Open de kraan weer en adem weer uit in de plastic zak.
- Adem in totaal 3 keer uit in de plastic zak.
- Houd de kraan nu gesloten.
- Vul een groot bekerglas of klein emmertje gedeeltelijk met water.
- Duw de zak onder water tot hij geheel ondergedompeld is.
- Vul het bekerglas of het emmertje nu tot de rand met water (als dat nodig is).
- Haal de zak uit het water.
- Bepaal met behulp van een maatcilinder hoeveel water je nu in het bekerglas of emmertje erbij moet doen voordat het water weer tot de rand staat.
- Je weet nu hoeveel liter lucht zich in de zak bevond en dus je teugvolume.
- Herhaal de meting nog twee keer en bereken je gemiddeld teugvolume, noteer dit ook op je lichaamsformulier.

In 4.1 ga je uitrekenen hoeveel energie je lichaam per minuut nodig heeft. Daarbij zul je de metingen van je ademhalingsfrequentie en teugvolume nodig hebben.

Vraag 6.

Anja haalt, nadat zij een tijd hard gelopen heeft, elke drie seconden één keer adem. Zij meet haar teugvolume door drie keer in een zak uit te ademen. Het blijkt dat er dan 10,5 liter lucht in de zak zit.

- a) Bereken de ademhalingsfrequentie van Anja.
- b) Bereken ook haar teugvolume.
- c) Hoeveel lucht ademt Anja per minuut uit?

HARTSLAG

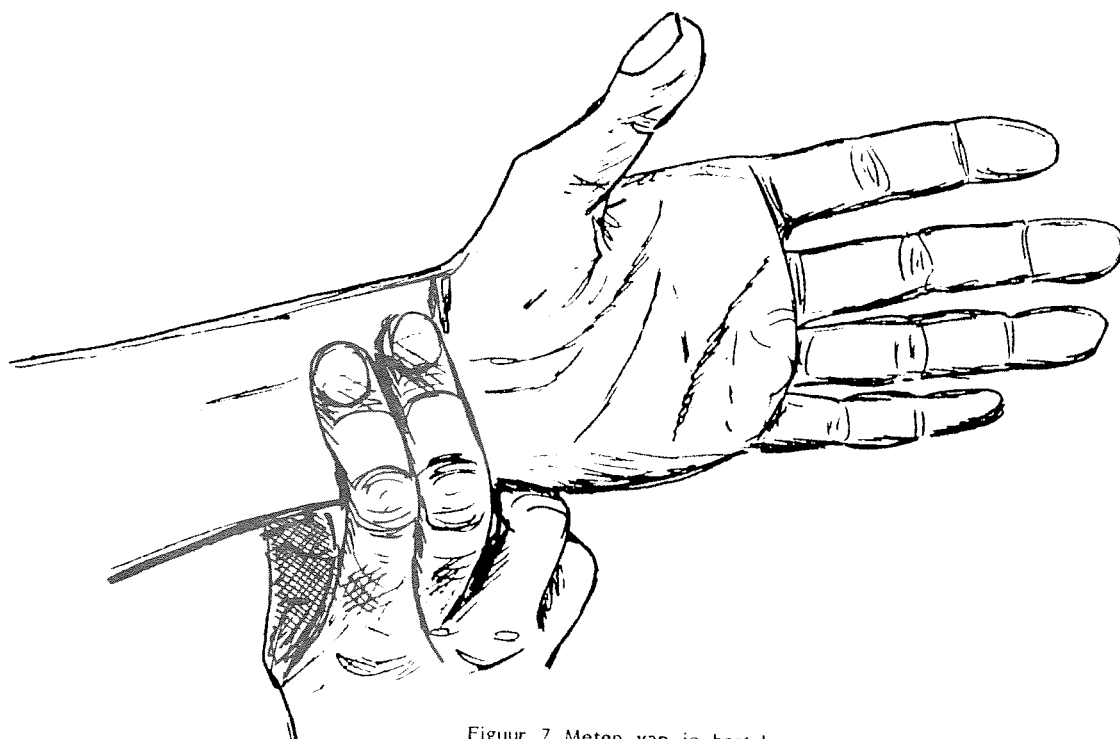
Je hebt vast wel eens gemerkt dat als je je erg inspant je hart sneller gaat kloppen.

Dat komt doordat als je lichaam veel energie nodig heeft er in je lichaam veel brandstof moet worden verbrand. Je bloed moet er voor zorgen dat de brandstof, de zuurstof en de afvalstoffen van de verbranding aan- en afgevoerd worden. Als er meer brandstof verbrand moet worden moet je bloed dus sneller gaan stromen. Je hart is de pomp die er voor zorgt dat je bloed in je lichaam wordt rondgepompt. Als je bloed sneller moet stromen moet je hart dus sneller gaan pompen; je hartslag neemt toe.

Je hartslag is dus een goede maat voor de hoeveelheid energie die je lichaam op zeker moment nodig heeft.

PROEF 3. Bepaling van je hartslag.

Het aantal keren dat je hartspier per minuut samentrekt noem je je hartslag. Je hartslag kun je goed voelen in je pols. Het beste aan de onderkant van je pols aan de duimzijde. Druk licht met je wijsvinger op die plaats. Niet te hard want dan sluit je de bloedstroom af. Gebruik in ieder geval niet je duim.



Figuur 7 Meten van je hartslag.

Meet je hartslag pas als je tenminste vijf minuten stilgezeten hebt. Tel nu het aantal slagen per minuut. Doe de meting nog twee maal. Bereken de gemiddelde hartslag en noteer deze op je lichaamsformulier.

Het is leuk om deze meting vaker op de dag te doen. Bijvoorbeeld als je pas wakker bent of 's avonds voor het naar bed gaan. Meet ook eens je hartslag vlak na een lichamelijke inspanning, bijvoorbeeld na tien diepe kniebuigingen.

SAMENVATTING

De hoeveelheid voedsel die je eet is geen goede maat voor de hoeveelheid energie die je lichaam nodig heeft.

De hoeveelheid lucht die je uitademt en je hartslag zijn wel goede maten hiervoor.

Vraag 7.

Noem drie dingen, voorwerpen of apparaten die energie nodig hebben om in beweging te blijven.

Vraag 8.

Waar halen de dingen, voorwerpen of apparaten die je bij vraag 7 genoemd hebt de benodigde energie vandaan?

1 WAT JE MOET WETEN

- Waar bestaat je voedsel uit?
- Wat is ademhalingsfrequentie en hoe bepaal je die?
- Wat is teugvolume en hoe bepaal je dat?
- Wat is hartslag en hoe bepaal je die?
- Wat moet je weten van je lichaam om te bepalen hoeveel energie je lichaam nodig heeft?

2. ENERGIE

2.1 WAT IS ENERGIE?

We hebben het woord energie al vaak gebruikt zonder te vertellen wat het precies betekent.

We zeggen

een apparaat, voorwerp, of mens heeft **energie** als het in staat is om:

- a) iets in beweging te brengen
of
- b) iets in beweging te houden
of
- c) warmte te produceren.

We geven van a), b) en c) wat voorbeelden.

a) iets in beweging brengen.

- Als je een schop geeft tegen een stilliggende bal en hem raakt dan breng je de bal in beweging.

Dat kan omdat je lichaam energie heeft.

- Als je een mixer aanzet en de stekker in het stopcontact doet gaan de deeghaken van de mixer ronddraaien.

Dat gebeurt omdat de mixer, via de elektrische centrale, energie heeft.

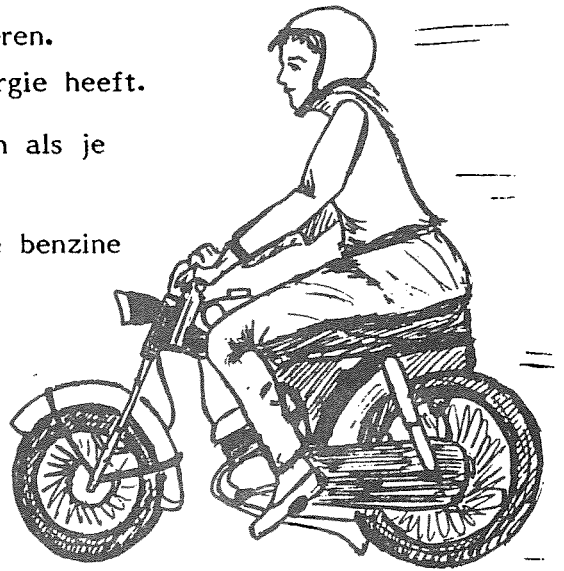
b) iets in beweging houden.

- Op dit moment stroomt er bloed door je aderen.

Dat gebeurt doordat je hart, je lichaam, energie heeft.

- Een brommer kan over een weg blijven rijden als je benzine in de tank doet.

Dat gebeurt omdat bij de verbranding van de benzine energie vrijkomt.



Figuur 8 Anja op weg.

c) warmte produceren.

- De temperatuur van je lichaam zal op dit moment (hopelijk) ongeveer 37°C zijn. Meestal bevindt je lichaam zich in ruimten waar de temperatuur lager is dan 37°C . Je moet je lichaam dus steeds "opwarmen".

Dat kan omdat je lichaam energie heeft.

- Een kampvuur, mits je er hout op blijft gooien, geeft warmte af. Dat kan omdat bij de verbranding van het hout energie vrijkomt.

Vraag 9.

De meeste mensen eten 's winters meer dan in de zomer. Waarom?

Vraag 10.

Noem apparaten of voorwerpen die warmte produceren. Probeer ook te bedenken waar ze de energie vandaan halen om die warmte te produceren.



Verwarmd brilmontuur

Het moest er toch eens van komen. Na de elektrische deken en de dito voetenwarmer is er nu de wc-bril met ingebouwde verwarming. Het apparaat werd uitgereikt voor het eerst ge-

showd in Amerika, op een huishoudbeurs in Chicago. De trotse toonder is Frank M. Lica van FML Enterprises, het bedrijf dat het toiletmontuur op de markt brengt.

Het succes van deze bilienwarmer lijkt vooral nog te stranden op het ontbreken van een stopverwarming. Het apparaat werd uitgereikt voor het eerst ge-

2.2 EENHEID VAN ENERGIE

Een lengte wordt opgemeten in meters of centimeters.

Of anders gezegd: voor de grootheid lengte gebruiken we de eenheid meters of centimeters. Zo gebruiken we voor de grootheid temperatuur de graad Celsius.

Vraag 11.

Welke eenheid gebruiken we voor tijd?

Waar meten we energie in? Of beter gezegd welke eenheid gebruiken we voor energie?

We spreken af dat we als eenheid voor energie de **joule** gebruiken. Joule korten we af als J en we spreken het uit op z'n Engels, dus zoiets als Zjoel. Op z'n Engels omdat mijnheer Joule een Engelsman was.

In het leesboek kun je meer lezen over de natuurkundige Joule.



Figuur 9 Pinokio weet het ook niet !

Hoeveel is nu eigenlijk 1 joule?

TABEL 1a. Wat kun je met 1 joule doen?

- een brommer ongeveer 0,005 seconde laten rijden
- een quartzhorloge " 100 000 seconden laten lopen
- een strijkbout " 0,001 seconde laten werken
- 0,24 gram water 1 graad in temperatuur laten stijgen
- een massa van 1 kilogram over een afstand van 10 centimeter optillen.

Vraag 12.

Hoeveel joules zijn er nodig om een brommer één seconde te laten rijden?

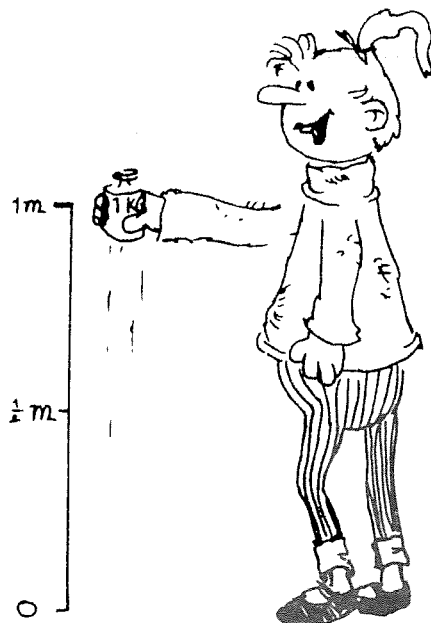
Vraag 13a.

Hoeveel joules zijn er nodig om 2 400 gram water dat is 2,4 liter, 1 graad in temperatuur te laten stijgen?

Vraag 13b.

Hoeveel joules zijn er nodig om 2,4 liter water te verwarmen van 20°C tot 100°C ? (aan de kook te brengen dus).

Zoals je in tabel 1 ziet kun je met 1 joule niet zo gek veel doen. Daarom gebruiken we ook de kilojoule en de Megajoule:



Figuur 10 Dit krijg je gedaan voor 10 Joule.

1 kilojoule is 1 000 joules en korten we af met kJ

1 Megajoule is 1 000 000 joules en korten we af met MJ

Vraag 14.

Hoe lang kun je een strijkbout laten werken als je 1 kJ aan energie ter beschikking hebt?

TABEL 1b. Wanneer komt er 1 MJ aan energie vrij?

Als je

- | | |
|--|-----------|
| - 62 gram <u>hout</u> | verbrandt |
| - 26 gram <u>vet</u> dat in je voedsel zit | verbrandt |
| - 0,033 kubieke meter, dat is 33 liter, <u>aardgas</u> | verbrandt |

Elke dag heb je een heleboel energie nodig. Niet alleen voor je lichaam maar ook voor de apparaten die je gebruikt. Bovendien moet je bedenken dat voor het maken van alle voorwerpen om je heen, je kleren, tafel, stoelen, je school enz. enz., ook veel energie nodig is geweest.

Vraag 15.

Wat moet er, denk je, allemaal gebeuren voordat de ruwe grondstof katoen verwerkt is tot een t-shirt? Waar is in dat proces energie nodig?

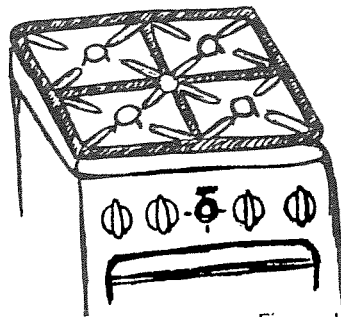
Vraag 16.

Noem eens vijf apparaten die voor jou "werken" en dus energie nodig hebben.

Vraag 17.

Vul in onderstaand lijstje in welke brandstoffen de genoemde apparaten gebruiken.

APPARAAT	BRANDSTOF
je lichaam	- - - - -
gasfornuis	- - - - -
brommer	- - - - -
walkman	- - - - -
mixer	- - - - -



Figuur 11 Het gasfornuis.

Misschien vond je het moeilijk om iets bij de mixer in te vullen.

Elektrische apparaten "krijgen" hun energie via het stopcontact van de elektrische centrale.

Helaas gebruikt het elektriciteitsbedrijf niet de eenheid joule voor energie. Zij gebruiken als eenheid de kilowattuur, afgekort kWh.

Onthoud voorlopig:

$$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3\,600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ}.$$

Een ouderwetse eenheid voor energie is de calorie, afgekort cal..

Een calorie is ruim 4 joules, om precies te zijn 4,2 joules.

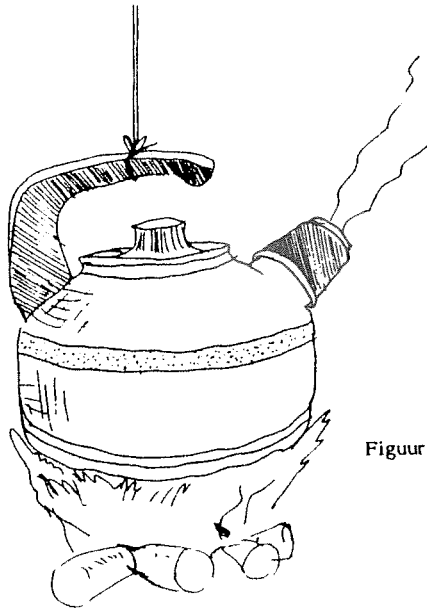
In het dagelijks leven verkrijg je op verschillende manieren energie: bijvoorbeeld door aardgas, benzine of voedsel te verbranden of via de elektrische centrale. In tabel 2 staat hoeveel energie een bepaalde hoeveelheid brandstof levert bij verbranding en wat die hoeveelheid kost. Ook de prijs van 1 kWh staat er in vermeld.

1 kubieke meter	aardgas	levert	30 MJ en kost	<i>f</i> 0,60*
1 liter	benzine	"	33 MJ " "	<i>f</i> 1,98
1 kilogram	bruinbrood	"	9,0 MJ " "	<i>f</i> 2,70
1 kilowattuur	elektrische energie	is	3,6 MJ " "	<i>f</i> 0,36

* de prijzen zijn geschat.

Vraag 18.

Reken voor de vier genoemde brandstoffen uit wat 1 MJ en wat 1 kJ kost. Bekijk de verschillen in prijs en probeer deze te verklaren.



Figuur 12 Water aan de kook brengen.
Kan ook op een houtvuurtje.

Vraag 19.

Reken uit wat het kost om 2,4 liter water te verwarmen van 20° C tot 100° C, als je daarvoor aardgas gebruikt. Gebruik het antwoord van vraag 13b en vraag 18.

Vraag 20.

Reken uit wat het kost om 2,4 liter water te verwarmen van 20° C tot 100° C als je daarvoor een elektrische kookplaat gebruikt. Gebruik weer de antwoorden van 13b en 18.

Vraag 21.

Reken uit wat het kost om een brommer 1 minuut te laten rijden op gewone autobenzine. Gebruik Tabel 1a en antwoord op vraag 18.

Vraag 22.

De Nederlandse aardgasvoorraad wordt geschat op 1 750 miljard kubieke meter.

a) Hoe groot is de totale hoeveelheid energie die in deze aardgasvoorraad is opgeslagen?

In Nederland gebruiken we per jaar met z'n allen ongeveer 3 000 000 000 000 000 000 ($3 \cdot 10^{18}$) J aan energie.

b) Hoeveel jaar kunnen we in onze energiebehoefte voorzien als we alleen Nederlands aardgas zouden gebruiken voor energieopwekking?

SAMENVATTING

Voor de grootheid energie gebruiken we de eenheid joule, afgekort J. Verder wordt ook kilowattuur, afgekort kWh en calorie, afgekort cal. gebruikt.

2 WAT JE MOET WETEN

- Wat is energie?
- Wat is de eenheid van energie?
- Wat betekent kJ en MJ?
- Hoeveel joule is een kWh?

3. ENERGIE EN ETEN

3.1 VERBRANDINGSWAARDE

In het hoofdstuk "Energie en je lichaam" heb je geleerd dat het voedsel dat je eet bestaat uit water, vitaminen, mineralen en brandstoffen. We gaan hier in het bijzonder naar de brandstoffen kijken. Brandstoffen hebben een bepaalde **verbrandingswaarde**.

De verbrandingswaarde van een bepaalde stof is de hoeveelheid energie die vrijkomt als je een zekere hoeveelheid van die stof verbrandt.

We hebben al gekeken naar de hoeveelheid joules die vrijkomt als je 1 kubieke meter aardgas, 1 liter benzine of 1 kilogram bruinbrood verbrandt. Hoe staat het nu met de verbrandingswaarde van jouw brandstof, je voedsel? In tabel 3 staan de verbrandingswaarden van verschillende etenswaren in kJ.

De getallen zullen niet altijd precies kloppen:

het ene runderlapje is wat vetter dan het andere, bruinbrood is er in vele soorten enz. enz..

Wil je een uitgebreidere lijst dan tabel 3 dan kun je in de bibliotheek gaan kijken of de Voedingscalculator bij BECEL aanvragen (Antwoordnummer 1004,3000VB Rotterdam, tel. 010-76914).

OPDRACHT 1

Kijk de komende dagen op verpakkingen en controleer voor minstens vier soorten voeding de tabel.

AARDAPPELEN	
aardappelen	360
zak patat	1005
zak patat met mayonaise	1630
BROOD	
1 snee witbrood	350
1 snee bruinbrood	330
kadetje	495
krentebol	640

BROODBELEG (Steeds voor 1 boterham)	
appelstroop	105
chocoladepasta	190
ei gekookt	350
ei gebakken	480
hagelslag puur	180
jam (halfzoet)	95
honing	135
kaas, jong	290
kaas, oud	305
ontbijtspek	335
pindakaas	250
worst	250
BROOD"SMEERSEL" (Steeds voor 1 boterham)	
boter/margarine	160
halvarine	80
DRANKEN, KOUD (Steeds per glas dus 150 ml)	
appelsap	250
bier	455
chocolademelk	410
karnemelk	180
melk	315
mineraalwater	0
shandy	270
sinas	290
tomatensap	125
yoghurt	360
DRANKEN, WARM (Steeds per kopje)	
koffie zwart	0
koffie met koffiemelk	45
koffie met koffiemelk en suiker	130
thee zonder suiker	0
thee met suiker	85

FRUIT (Steeds per stuk)	
appel	240
banaan	500
sinaasappel	220
GROENTEN (Steeds per portie en zonder saus)	
andijvie	145
bloemkool	165
sperziebonen	150
spinazie	145
witte bonen	1200
SOEP (Steeds per bord)	
groentensoep	200
erwtensoep	1075
TUSSENDOORTJES	
1 bonbon	245
chips, 8 stuks	225
drop, 1 ons	705
gevulde koek	1325
mars	1115
nuts	935
pinda's, 1 eetlepel	375
reep chocolade	960
ijsje (water)	165
ijsje (room)	700
VLEES (Steeds per ons)	
biefstuk	1000
rundvlees	900
varkenscarbonade	1200
varkensgehakt	1320
jus, 1 lepel	495

OPDRACHT 2

Bedenk wat je vanmorgen bij je ontbijt allemaal hebt gegeten. Zoek van alles de verbrandingswaarde op. Zet de etenswaren met de daarbij behorende verbrandingswaarden overzichtelijk onder elkaar en tel de getallen op. Stel ook een lunch en een diner samen en bereken ook daarvan de totale verbrandingswaarde.

Bedenk nu nog wat je zoal per dag aan drinken, fruit en tussendoortjes tot je neemt. Niet smokkelen! Ook hiervan kun je de totale verbrandingswaarde uitrekenen.

Bereken tot slot de verbrandingswaarde van het voedsel en drinken dat jij per dag eet en drinkt. Noteer dit getal op je lichaamsformulier.

3.2 ENERGIEBALANS VAN JE LICHAAM

De vraag is nu eet je teveel of te weinig?

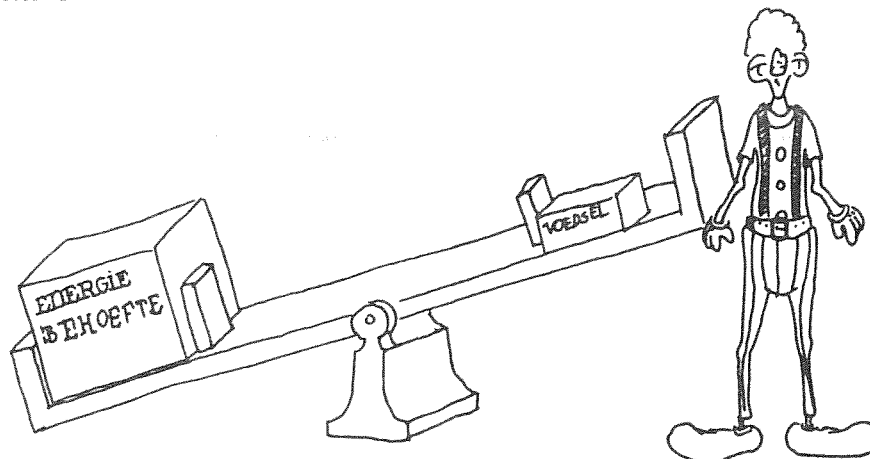
Om dat te weten te komen moet je op twee zaken letten:

- **Toevoer.** De totale hoeveelheid energie die je per dag aan je lichaam toedient, de totale verbrandingswaarde van je voedsel dus.
- **Behoeftte.** De totale hoeveelheid energie die je lichaam per dag nodig heeft.

Wat jij per dag aan energie aan je lichaam toevoert heb je al uitgerekend. Nu je behoefte.

De behoefte hangt sterk af van datgene wat je op een dag doet.

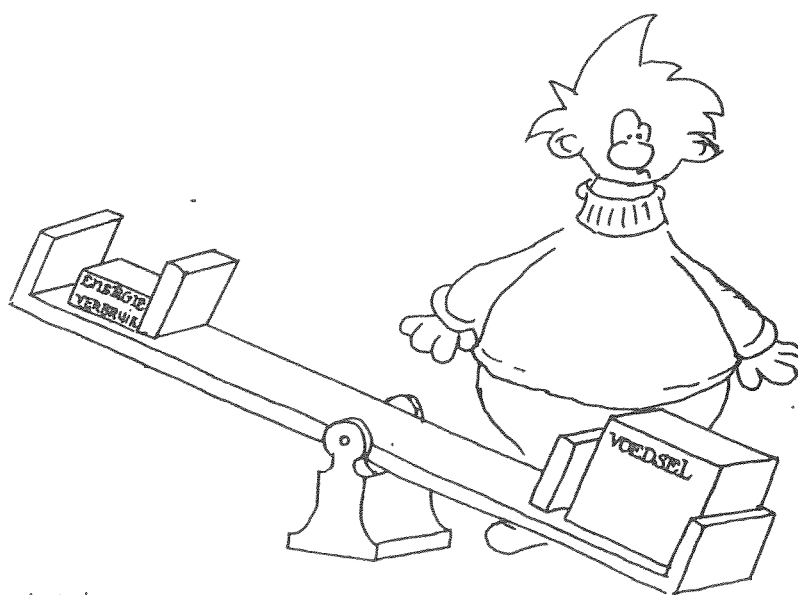
Kijk maar eens in tabel 4.



Figuur 13 De wip slaat door:

De energiebehoefte is groter dan de totale verbrandingswaarde van het voedsel.

	joules per seconde	kilojoules per uur
slapen	75	270
liggen (wakker)	110	396
zitten	120	432
staan	130	468
pianospelen	170	612
volleybal spelen	250	900
lopen in huis	260	936
fietsen, 10 kilometer per uur	270	972
wandelen	300	1080
bowlen	315	1134
vloer dweilen	360	1296
voetballen	465	1674
tennisen	465	1674
dansen	500	1800
zwemmen (rustig)	500	1800
spitten	565	2034
fietsen, 20 kilometer per uur	620	2232
rennen	750	2700
trappen lopen	980	3528



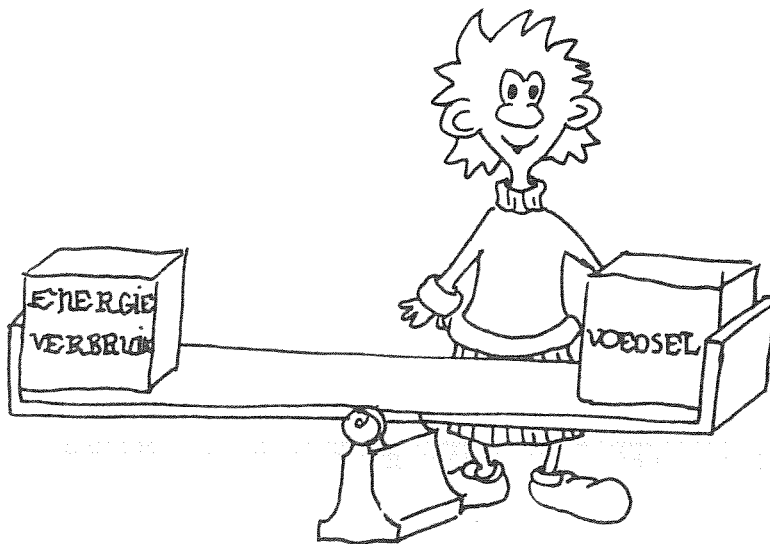
Figuur 14 De wip slaat door:
De energiebehoefte is kleiner dan de totale
verbrandingswaarde van het voedsel.

OPDRACHT 3

Bereken zo goed mogelijk de energie die je lichaam per etmaal nodig heeft in kJ. Noteer het antwoord op je lichaamsformulier.

Met behulp van tabel 5 kun je je eigen energiebehoefte vergelijken met het gemiddelde.

TABEL 5 Gemiddelde energiebehoefte per etmaal in kJ.	
10 t/m 12 jaar	10 400
13 t/m 15 jaar	11 100
16 t/m 19 jaar	11 500



Figuur 15 In evenwicht !

Vergelijk nu je energietoevoer met je energiebehoefte.

Er zijn drie mogelijkheden.

A. Je toevoer is groter dan je behoefte.

Als dit regelmatig voorkomt wordt de overblijvende energie opgeslagen in de vorm van vet. Je wordt dik(ker).

B. Je toevoer is kleiner dan je behoefte.

Je lichaam komt energie tekort. Je lichaam gaat het eerder opgeslagen vet verbranden. Je wordt mager(der).

C. Toevoer en behoefte zijn gelijk.

Je lichaamsgewicht (of beter gezegd je lichaamsmassa) is goed en blijft gelijk.

Je kunt je het geheel voorstellen als een wip.

Bij A en B is de wip uit evenwicht, uit balans, en slaat door naar één kant. (zie figuur 13 en 14). Alleen bij C is de wip in evenwicht, in balans. (zie figuur 15). We spreken daarom ook wel over **de energiebalans** van je lichaam.

Vraag 23.

Hoe komt het dat iemand afvalt? Gebruik in je antwoord het woord energiebalans.

In Nederland zijn er nogal wat mensen die onder groep A vallen, die dus te dik zijn.

We gaan daarom eens bekijken hoe iemand die aan de dikke kant is en graag wil afvallen dat moet aanpakken.

Stel je weegt (hebt een massa van) 66 kilogram en je wilt dit terugbrengen tot 60 kilogram. Je bent van plan om 60 dagen lang te lijnen.

Vraag 24.

Hoeveel gram moet je per lijndag kwijt zien te raken?

Zoals je nu intussen weet bestaat de 100 gram die je elke dag moet afvallen uit niet verbrandde maar opgeslagen brandstof, vet dus.

De verbrandingswaarde van 1 gram vet is 38 kJ.

Vraag 25.

Hoe groot is de verbrandingswaarde van 100 gram vet?

OPDRACHT 4

Maak een lijstje van tussendoortjes die samen een totale verbrandingswaarde van 3 800 kJ hebben. Maak ook een lijstje van bezigheden met tijdsduren die samen 3 800 kJ aan energie "kosten".

Op je afvaldagen kun je of de tussendoortjes van het ene lijstje niet meer eten of de bezigheden van het andere lijstje gaan uitvoeren. Op beide manieren raak je je 100 gram vet per dag kwijt.

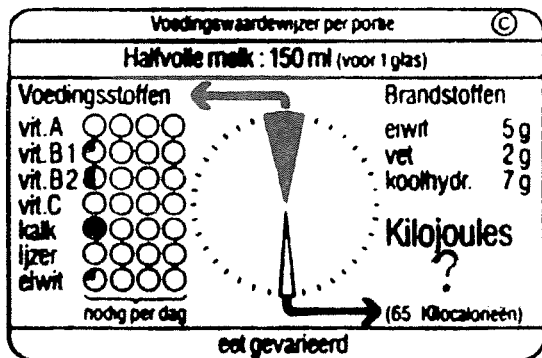
In de praktijk zul je waarschijnlijk kiezen voor een combinatie.

Bovendien moet je erg opletten dat je niet ineens van alles veel minder gaat eten. Je valt dan wel af maar komt dan vitamines en mineralen te kort.

Vraag 26.

De brandstoffen in je voedsel kunnen onderverdeeld worden in vetten, koolhydraten en eiwitten.

Verbrandingswaarde vetten	:	38 kJ per gram
" koolhydraten	:	17 kJ " "
" eiwitten	:	17 kJ " "



In figuur 16 kun je vinden hoeveel gram eiwit, vet en koolhydraten er in 150 ml melk zitten.

Bereken de verbrandingswaarde van 150 ml melk.

Figuur 16

Gebruik de tabellen 3 en 4 bij de volgende vragen.

Vraag 27.

Bereken de energie die nodig is om gedurende een half uur een vloer te dweilen.

Vraag 28.

Hoeveel repen moet je eten om de energie nodig voor 1 uur tennissen of voetballen te verkrijgen?

Vraag 29.

Je eet een zak patat met mayonaise en valt daarna in slaap. Hoeveel uren duurt het (je blijft slapen) voordat je lichaam de door de patat geleverde energie heeft "verbruikt".

3 WAT JE MOET WETEN
<ul style="list-style-type: none">- Wat is verbrandingswaarde?- Wat is energietoevoer?- Wat is energiebehoefte?- Wat is energiebalans?

WERKSTUK.

Vraag aan je leraar of lerares of jullie een werkstuk gaan maken over hoofdstuk 3. Zo ja dan kun je kiezen uit:

3A Eten en je lijn

of

3B Eten en sport.

Als je je keuze hebt gemaakt kun je aan je leraar of lerares de bijbehorende werkstukkaart vragen.

Bij het maken van je werkstuk kun je ook het leesboek gebruiken. Ook dit kun je aan je leraar of lerares vragen.

4. HET VERMOGEN VAN JE LICHAAM

4.1 WAT IS VERMOGEN?

Met behulp van de metingen die je gaat doen in proef 4, ga je uitrekenen hoeveel seconden je nodig hebt om, op een bepaalde manier, 120 kg 1 meter op te tillen.

PROEF 4

Je moet deze proef minstens met z'n tweeën doen.

- Doe in een groot bekeerglas een halve liter water.
- Eén van jullie zet een meetlat recht overeind, vertikaal, op tafel.
- De andere tilt nu het bekeerglas 1 meter op en zet het weer op tafel.
- Meet nu hoe vaak je per minuut het bekeerglas kunt optillen.

Probeer het zo vaak mogelijk op te tillen maar zorg wel dat het water in het bekeerglas blijft!

x Hoe groot is de massa van een halve liter water?

x Hoeveel kilogram water is er in totaal in 1 minuut opgetild?

x Hoeveel minuten zouden nodig zijn om op deze manier 120 kg water 1 meter op te tillen?

x Hoeveel seconden is dat?

Andrée tilt 120 kilogram over 1 meter op in slechts twee seconden. Iets wat jou waarschijnlijk niet lukt!

Wat is nu het wezenlijke verschil tussen jouw activiteit in proef 4 en die van Andréé?

De hoeveelheid opgetilde kg's is hetzelfde. Het enige verschil is dat jij er meer tijd voor nodig hebt dan Andréé.

We gaan het nog wat precieser bekijken.

Vraag 30.

Als je weet dat voor het optillen van 1 kilogram over 1 meter 10 J nodig is bereken dan de hoeveelheid energie die nodig is om 120 kilogram 1 meter op te tillen.

Bereken dan ook de hoeveelheid energie die jij per seconde hebt geleverd tijdens het uitvoeren van proef 4.

Bereken tenslotte de hoeveelheid energie die Andrée per seconde heeft geleverd tijdens het tillen.

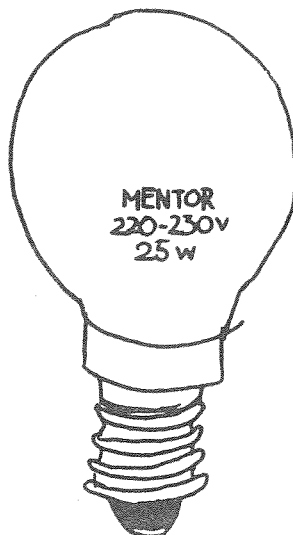
Als je alles goed hebt uitgerekend dan zie je dat Andrée veel meer joules per seconde levert dan jij bij het doen van proef 4, terwijl de totale hoeveelheid benodigde energie in beide gevallen gelijk is.

Als je dus zegt "Andrée kan meer dan ik" dan bedoel je dat hij/zij per seconde meer energie kan leveren.

Nog een paar voorbeelden.

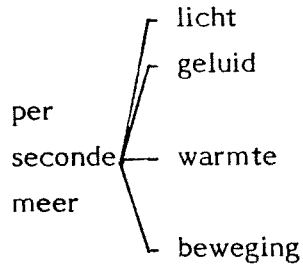
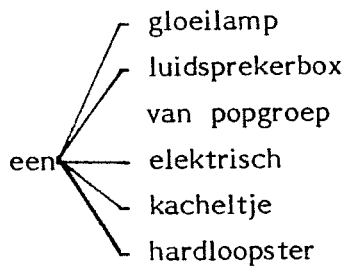
- een — gloeilamp
- luidsprekerbox
- van popgroep
- elektrisch kacheltje
- hardloopster

- kan meer of is sterker dan een — fietslampje
- koptelefoon van een walkman
- strijkbout
- wandelaar



Figuur 17 Gloeilamp.

omdat



Figuur 18 De hardloopster.



Figuur 19 De wandelaar.

Natuurkundigen praten niet over sterker of kan meer maar zeggen "een gloeilamp heeft een groter **vermogen** dan een fietslampje". Jij denkt bij vermogen misschien aan een heleboel geld en zegt bijvoorbeeld "dat kost een vermogen".

Een natuurkundige bedoelt echter met vermogen:
de hoeveelheid energie die per seconde wordt geleverd.

Zoals je weet meten we energie in joules en de tijd in seconden.

Om het vermogen van iets uit te rekenen delen we het aantal geleverde joules door het aantal seconden.

Als iets elke seconde precies 1 joule levert dan zeggen we dat het vermogen 1 watt is, afgekort W.

De watt is genoemd naar de natuurkundig Watt, hierover kun je meer lezen in het Leesboek Energie.

1 joule per seconde is 1 watt

afgekort: $1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$

$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$

$1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W}$

Vraag 31.

Bereken het vermogen van een gloeilamp die 400 joules in 10 seconden levert. Reken uit in joules per seconde en in watt.

Doe hetzelfde voor een elektrisch kacheltje dat in 2 seconden 4 000 joules levert.

We gaan nog wat afkortingen invoeren:

grootheid	afkorting	eenheid	afkorting
energie	E	Joule	J
tijd	t	seconde	s
vermogen	P	Watt	W

Bovendien kun je nu de zin "het vermogen is de hoeveelheid geleverde energie per tijdseenheid als het ware vertalen in de formule:

$$P = \frac{E}{t}$$

Vraag 32.

Een lamp met een vermogen van 40 W brandt gedurende 2,5 minuten. Hoeveel energie heeft de lamp dan geleverd?

Vraag 33.

Een motor van een zekere auto levert in 1 uur een energie van 108 MJ. Hoe groot is het vermogen van deze motor?

Vraag 34.

Marjolijn heeft de krant gelezen, ze gebruikte daarbij een lamp met een vermogen van 75 W. Toen ze de lamp uitdeed had deze in totaal 108 kJ geleverd. Hoe lang heeft Marjolijn gelezen?

4.2 VERMOGEN VAN JE LICHAAM

Nu je weet wat vermogen is kun je ook het vermogen van je lichaam bepalen. We gaan dat op twee manieren doen. Bereid je er maar vast op voor dat je twee verschillende uitkomsten krijgt voor je eigen vermogen.

Dat komt omdat metingen nooit voor 100 procent goed zijn en je bij de berekeningen wel eens wat weglaat, verwaarloost, omdat de berekeningen anders veel te ingewikkeld worden.

OPDRACHT 5

Zoek op je lichaamsformulier op hoeveel energie jij per dag aan je lichaam toedient. De energie toevoer per dag dus. Als we aannemen dat je energiebalans in evenwicht is dan is dat ook de hoeveelheid energie die je lichaam per dag levert. Reken nu je vermogen uit en noteer dat op je lichaamsformulier.

OPDRACHT 6

Zoek op je lichaamsformulier op hoe groot je ademhalingsfrequentie en je teugvolume is.

Het teugvolume is het aantal liters lucht dat je per ademhaling uitademt. We nemen aan dat de hoeveelheid lucht die je per ademhaling inademt net zo groot is.

- Reken nu uit hoeveel liter lucht je per minuut inademt.
Eénvijfde van de lucht die je inademt is zuurstof.
- Reken uit hoeveel liter zuurstof je per minuut inademt.
Van de ingeademde zuurstof wordt éénvierde opgenomen in je bloed en in je cellen gebruikt voor de verbranding van je voedsel.
- Bereken hoeveel liter zuurstof er per minuut voor verbranding wordt gebruikt.

In je lichaam worden verschillende stoffen verbrand. We nemen aan dat je de stof glucose verbrandt. (Wat glucose precies is en hoe de verbranding in zijn werk gaat leer je wellicht in de toekomst bij biologie en/of scheikunde).

Voor de verbranding van 1 gram glucose is 0,75 liter zuurstof nodig.

- Reken uit hoeveel gram glucose jij per minuut kunt verbranden.
De verbrandingswaarde van 1 gram glucose is 16 kJ.
- Bereken nu de hoeveelheid joules die de verbranding van de glucose per minuut levert.
- Bereken je vermogen in watts.

Er is een goede kans dat de waarde die je op deze manier voor je vermogen hebt gevonden groter of kleiner is dan de eerste waarde van opdracht

5. Probeer dit te verklaren.

Jouw vermogen is niet steeds hetzelfde: als je rent is je vermogen bijvoorbeeld groter dan dat je slaapt. Als je in 3.2 nog eens tabel 4 opzoekt dan zie je dat in de eerste kolom van deze tabel het aantal Joules per seconde staat dat je lichaam nodig heeft voor een bepaalde bezigheid. In de eerste kolom staat dus het vermogen van je lichaam bij bepaalde bezigheden.

Vergelijk nog eens de door jou bepaalde waarden van je eigen vermogen met tabel 4. Lijken jouw berekende getallen redelijk?

Vraag 35.

Felix heeft opgezocht dat zijn lichaam bij het lopen een vermogen heeft van 260 W. Hoeveel energie heeft zijn lichaam nodig om een half uur te kunnen lopen?

Om je eigen vermogen met het vermogen van andere zaken te kunnen vergelijken is tabel 6 gemaakt. Let op: het zijn steeds de vermogens als het genoemde apparaat, ding werkt. Een gloeilamp die niet brandt heeft een vermogen van 0 W.

- totaal vermogen zon	380 000 000 000 000 000 000 000 000 (380 . 10 ²⁴)*
- totale hoeveelheid zonneënergie die per seconde op de aarde komt	175 000 000 000 000 000 (175 . 10 ¹⁵)
- elektrische centrale	1 000 000 000 (100 . 10 ⁷)
- vliegtuig	100 000 000 (100 . 10 ⁶)
- auto	30 000 (300 . 10 ²)
- brommer	2 000
- jij	75-1 000
- gloeilamp	60
- klok	1
- horloge	0,000 01 (1 . 10 ⁻⁵)*
- geluid dat bij fluisteren op je trommelvlies komt	0,000 000 000 001 (1 . 10 ⁻¹²)

* 10³ betekent 10.10.10 = 1 000 of anders gezegd een 1 met 3 nullen erachter.

380.10³ betekent dan 380.1000 = 380 000.

Deze schrijfwijze is handig vooral voor grote getallen.

* 10⁻³ betekent $\frac{1}{10.10.10} = 0,001$ of anders gezegd een 1 op de 3e plaats achter de komma.

Je kunt deze schrijfwijze gebruiken maar nodig is het niet!

OPGAVEN

Vraag 36.

Twee auto's van hetzelfde merk en type vertrekken gelijktijdig vanaf Eindhoven met ieder 10 liter benzine in de tank. José de bestuurster van de eerste auto komt na precies een uur in Utrecht (100 kilometer vanaf Eindhoven) aan. Peter, de bestuurder van de tweede auto komt 10 minuten later aan. De tanks van beide auto's blijken bij aankomst leeg te zijn.

- a) Had auto 1 meer energie nodig dan auto 2?
- b) Is het vermogen van auto 1 groter dan van auto 2?

Vraag 37.

Een vrachtwagen legt een afstand af van 72 kilometer met een gemiddelde snelheid van 36 kilometer per uur. Bij deze snelheid loopt de vrachtwagen 1 op 4, dat betekent dat er 1 liter dieselolie nodig is om de vrachtwagen 4 kilometer te laten rijden.

De verbrandingswaarde van 1 liter dieselolie is 34 MJ.

- a) Hoeveel liter dieselolie is er nodig om de 72 kilometer af te leggen?
- b) Bereken de energie die door het verbranden van deze hoeveelheid dieselolie is vrijgekomen.
- c) Hoeveel seconden heeft de vrachtwagen nodig voor het afleggen van de 72 kilometer?
- c) Bereken het gemiddelde vermogen van de vrachtwagenmotor.

Vraag 38.

Stel jij legt op je fiets een afstand af van 72 kilometer met een gemiddelde snelheid van 24 kilometer per uur. Bij deze fietssnelheid loop je 1 op 16. Dat betekent dat je 1 zak patat met ketchup nodig hebt om 16 kilometer af te kunnen leggen.

De verbrandingswaarde van een zak patat met ketchup is 1 500 kJ = 1,5 MJ.

- a) Hoeveel zakken patat heb je nodig om de 72 kilometer af te kunnen leggen?
- b) Bereken de energie die door het verbranden van deze hoeveelheid patat is vrijgekomen.
- c) Bereken je gemiddeld vermogen tijdens deze fietstocht.

Vergelijk de antwoorden op vraag 37b) en 38b): fietsend verbruik je veel minder energie om de 72 kilometer af te leggen!

4 WAT JE MOET WETEN

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Wat is vermogen?- Wat is de eenheid van vermogen?- Hoe kun je het vermogen van je lichaam bepalen (twee manieren)? |
|--|

WERKSTUK.

Vraag aan je leraar of lerares of jullie een werkstuk gaan maken over hoofdstuk 4. Zo ja dan kun je kiezen uit:

4A Vermogens van brommers en auto's of

4B Vermogens van apparaten in huis.

Als je je keuze hebt gemaakt kun je aan je leraar of lerares de bijbehorende werkstukkaart vragen.

Bij het maken van je werkstuk kun je ook het leesboek gebruiken.

Ook dit kun je aan je leraar of lerares vragen.

5. ENERGIE GAAT NOOIT VERLOREN

5.1 ENERGIESOORTEN

Misschien verbaas je je over de titel van dit hoofdstuk "Energie gaat nooit verloren". Want als energie niet verloren gaat waarom praten mensen dan over: energiecrisis, energievoorraden die opraken en zuinig zijn met energie? In dit hoofdstuk gaan we laten zien dat energie nooit verloren gaat, nooit verdwijnt maar dat energie kan worden omgezet in andere vormen van energie.

We zullen zien dat de "kwaliteit" van de energie daarbij minder wordt.

Er zijn vele energiesoorten. We zijn tot nu toe de volgende soorten tegengekomen:

licht, geluid, warmte, beweging en elektrische energie.

Er bestaan nog vele andere soorten energie zoals bijvoorbeeld **bewegingsenergie** en **zwaarteenergie**.

Deze gaan we nader bekijken.



EA
ENERGIE ANDERS

**DE ENERGIEBRONNEN
VAN DE TOEKOMST
STAAN IN
HOEK VAN HOLLAND**

Energie Anders geeft voorlichting over windenergie zonne-energie en andere duurzame energiebronnen. Rondleidingen worden naar wens verzorgd. Energie Anders: een leuk idee voor een excursie. Ook informatiepakketten voor werkstukken.

Meer weten ? Bel of schrijf naar:

Energie Anders
Stationsweg 91
Postbus 56
3150 AB Hoek van Holland
Tel: 01747-5241

Figuur 20

BEWEGINGSENERGIE

Als een voorwerp snelheid heeft, dan heeft dat voorwerp bewegingsenergie. Bewegingsenergie korten we af als E_{bew} .

Hier volgen een paar voorbeelden waarin je kunt zien hoe de E_{bew} van iets merkbaar wordt of anders gezegd tevoorschijn komt.

- a) Als een snelbewegende hand je wang raakt, kortom als iemand je een klap geeft, dan merk je dat je wang warm wordt. De E_{bew} is omgezet in warmte.
- b) Als het wieltje van je fietsdynamo draait dan brandt, als je fiets in orde is, je fietslamp. De E_{bew} is omgezet in licht.
- c) Als snelbewegende lucht, wind dus, tegen de wieken van een windmolen komt dan gaat de molen draaien. De E_{bew} van lucht wordt omgezet in E_{bew} van de molenwieken.

Hoe kun je uitrekenen hoe groot de E_{bew} van iets is?

Als de massa van het bewegende voorwerp groter is dan zal ook de E_{bew} groter zijn: een vrachtwagen die met een zekere snelheid tegen een muur aanrijdt richt meer schade aan dan een bal die met dezelfde snelheid tegen een muur aankomt.

Ook de snelheid van het voorwerp is heel belangrijk:

met een gangetje van 10 kilometer per uur tegen een boom aanrijden met een auto zal je nog wel overleven. Gebeurt hetzelfde echter met een snelheid van 110 kilometer per uur dan ziet het er somber voor je uit.

Het blijkt dat om de E_{bew} van een voorwerp uit te rekenen de massa van het voorwerp vermenigvuldigd moet worden met het kwadraat van de snelheid en dat tenslotte nog eens met een 1/2.

Als je E_{bew} in joules wilt uitrekenen moet je de massa in kilogrammen en de snelheid in meters per seconde meten.

Een voorbeeld.

Hoe groot is de E_{bew} van een fietser die een massa heeft van 60 kilogram en een snelheid van 5 meter per seconde?

$$E_{\text{bew}} = 1/2 \cdot 60 \cdot 5 \cdot 5 = 750 \text{ J}$$

Vraag 39.

Bereken E_{bew} van een kogeltje dat met een massa van 0,001 kilogram en een snelheid van 100 meter per seconde door de lucht vliegt. Doe hetzelfde voor een bal met een massa van 0,1 kilogram en een snelheid van 10 meter per seconde.

ZWAARTE-ENERGIE

Een bal, steen of ander voorwerp dat zich op zekere hoogte boven de grond bevindt heeft ook energie!

Zo lang jij een voorwerp boven de grond vasthoudt is er niets aan de hand. Maar nu laat je het los: het voorwerp gaat vallen en krijgt snelheid. Tijdens het vallen zolang het voorwerp zich in de lucht bevindt, heeft het voorwerp snelheid en daarmee dus bewegingsenergie.

Die bewegingsenergie komt niet uit het niets te voorschijn, neen, dat is een andere vorm van de energie die het voorwerp had toen het zich nog op zekere hoogte boven de grond bevond.

Er geldt nu het volgende:

Elk voorwerp dat zich op zekere hoogte boven de grond bevindt heeft zwaarte-energie.

Zwaarte-energie korten we af als E_{zw} .

Let goed op: zo lang het voorwerp zich boven de grond bevindt heeft het E_{zw} . Je merkt daar echter weinig van. Stenen van oude gebouwen hebben al eeuwen E_{zw} . Pas als de voorwerpen gaan vallen wordt voor ons duidelijk merkbaar dat het voorwerp energie had toen het zich boven de grond bevond.

Vraag 40.

Je houdt een steen van 1 kilogram 1,25 meter boven de grond.

Vlak voordat de steen op de grond komt heeft hij een snelheid van 5 meter per seconde:

Waar is die E_{bew} vandaan gekomen?

Hoe groot was de E_{zw} van de steen toen je hem 1,25 m boven de grond hield?

Ook de E_{zw} van een voorwerp kun je uitrekenen. Je kunt wel bedenken dat als de massa van het voorwerp groter wordt ook E_{zw} groter wordt; liever een vogelpoepje van 10 meter hoog op je hoofd dan een baksteen. Ook de hoogte zal een rol spelen. Je moet om E_{zw} van een voorwerp uit te rekenen de massa vermenigvuldigen met de hoogte en dat tenslotte nog eens met 10.

Als je E_{zw} in joules wilt uitrekenen moet je de massa in kilogrammen en de hoogte in meters meten.



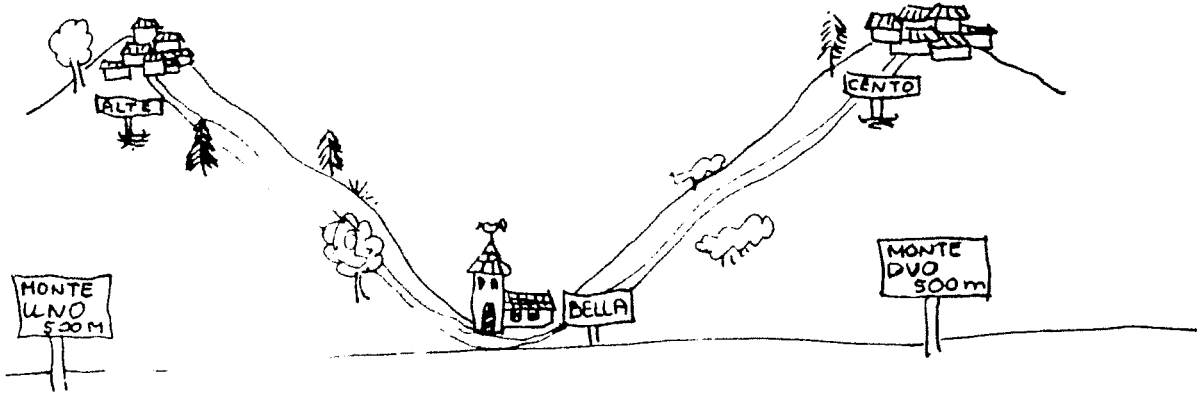
Figuur 21 Zolang het voorwerp zich boven de grond bevindt, heeft het E_{zw} .

Vraag 41.

Bereken de E_{zw} van een steen met een massa van 1 kilogram die zich 1,25 meter boven de grond bevindt. Klopt je antwoord met het antwoord op vraag 40?

Ja? Dan is onze manier van berekenen van E_{zw} dus goed. Neen? Helaas, dan heb je een fout gemaakt.

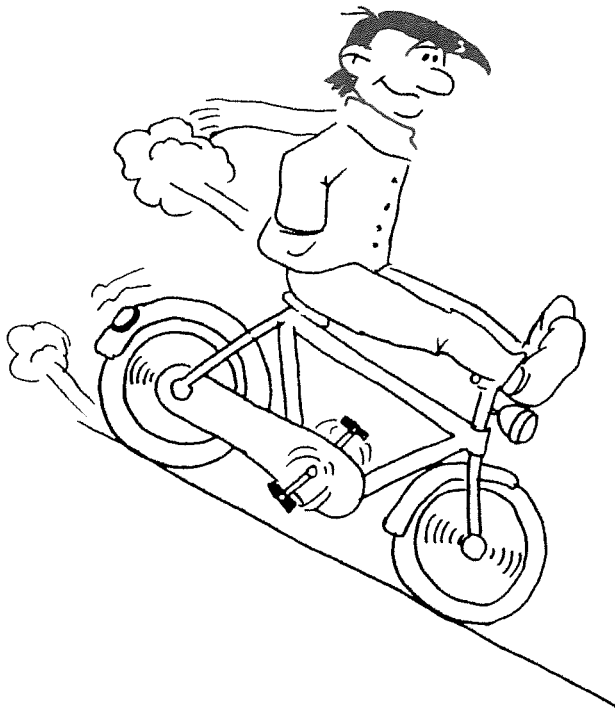
INTERMEZZO (oftewel even tussendoor)



Figuur 22 De tweelingberg.

De fietstocht op de Tweelingberg

Jij staat met je fiets in Alte en rijdt, zonder te trappen, berg Uno af. Hoe dicht je bij het dal komt hoe kleiner E_{zw} wordt want je hoogte "boven de grond" wordt steeds kleiner. Tegelijkertijd merk je echter dat je steeds sneller gaat. Je E_{bew} neemt dus toe. Op zeker moment zoef je langs het kerkje Bella.



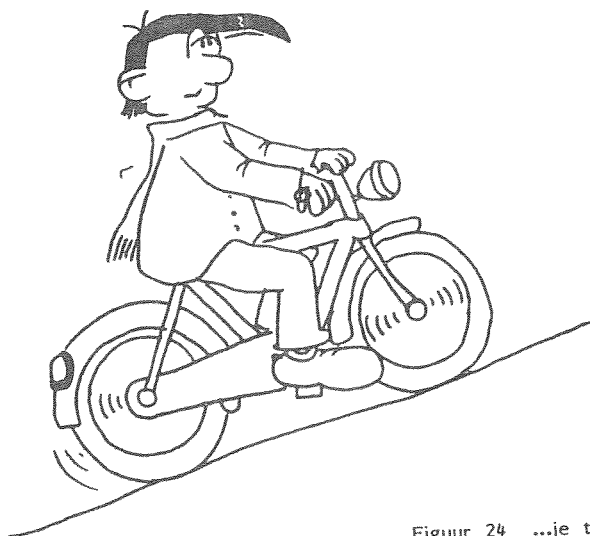
Figuur 23 Neem er je gemak van !

Vraag 42.

Hoe groot is de E_{zw} van jezelf en je fiets in Alte als de massa van jou en je fiets samen 60 kilogram is?

Vervolgens ga je de berg Due op, je trapt nog steeds niet.

Hé dat is nu jammer. Je gaat steeds langzamer; je E_{bew} wordt steeds kleiner. Maar je komt tegelijkertijd ook hoger; je E_{zw} neemt toe.



Figuur 24 ...je trapt nog steeds niet...

Vraag 43.

Haal je zonder trappen het plaatsje Cento?

Je hebt, hopelijk, onderweg zeer genoten van het landschap maar natuurkundig gezien is er weinig gebeurd tijdens je tocht van Alte naar Cento.

Tijdens de tocht berg af is E_{zw} omgezet in E_{bew} en tijdens de tocht berg op is E_{bew} weer omgezet in E_{zw} . Goed beschouwd is er alleen maar energie omgezet.

Het blijkt dat er in de natuur erg vaak energieomzettingen plaats vinden.

5.2 ENERGIEOMZETTINGEN

We gaan nu een belangrijke natuurkundige regel geven.

In de natuur gaat geen energie verloren.

Het enige wat kan gebeuren is dat de ene vorm van energie wordt omgezet in een andere vorm van energie.

Deze regel heet de wet van behoud van energie.

In het dagelijks leven zeggen we dat apparaten energie gebruiken, kosten. Dat wekt de indruk dat die apparaten energie laten verdwijnen. Als je het echter goed bekijkt doet een apparaat niets anders dan de ene vorm van energie omzetten in een andere vorm van energie. Hieronder wat voorbeelden.

apparaat	gewenste energieomzetting	ongewenste energieomzetting
- gloeilamp	elektrische energie \rightarrow licht	elektrische energie \rightarrow warmte
- mixer	elektrische energie \rightarrow E_{bew}	elektrische energie \rightarrow warmte
- brommer	chemische energie \rightarrow E_{bew}	chemische energie \rightarrow warmte
- auto	chemische energie \rightarrow E_{bew}	chemische energie \rightarrow warmte
- TL-buis	elektrische energie \rightarrow licht	elektrische energie \rightarrow warmte

Je ziet dat steeds naast de gewenste energieomzetting er ook een ongewenste energieomzetting is. Je doet tenslotte geen lamp aan omdat je het koud hebt en je laat geen brommer rijden om met de hete uitlaatgassen de buitenlucht te verwarmen.

Vraag 44.

Bedenk nog vier apparaten en schrijf daarvan de gewenste en ongewenste energieomzettingen op.

Als toegift gaan we nog het perpetuum mobile bekijken. Wat dat is lees je hieronder.

HET PERPETUUM MOBILE

We gaan nog even terug naar de tweelingberg.

Als het werkelijk zo is dat er geen energie verloren gaat dan zou je op het eerste gezicht denken dat je inderdaad na de afdaling en de bestijging weer precies in Cento uitkomt. Je staat daar dan precies stil en je E_{zw} is weer precies even groot als in Alte, terwijl je E_{bew} weer 0 J is, ook net als in Alte.

Stel je voor dat je inderdaad Cento haalde, je zou dan eeuwig tussen Alte, Bella en Cento heen en weer kunnen blijven rijden, zonder te trappen. Je zou wel op het landschap uitgekeken raken maar vele mensen zouden naar je komen kijken. Je bent dan namelijk een **perpetuum mobile** geworden: iets dat eeuwig blijft bewegen, zonder dat daar energie voor nodig is.

Veel mensen hebben al geprobeerd en proberen nog een perpetuum mobile te ontwerpen. Vele prijzen zijn al uitgelooft maar ze zijn nooit uitgereikt. Waarom niet?

Je weet uit eigen ervaring dat als je fietst op een vlakke, goed geasfalteerde weg en je besluit op een zeker moment niet meer te trappen dat je dan toch nog een heel eind blijft rijden. Het duurt een tijd voordat je stilstaat. Doe je daarentegen hetzelfde op een rul zandpad dan sta je al heel snel stil. Het zandpad "houdt meer tegen" dan de asfaltweg. Dat betekent dat je fiets op het zandpad meer tegenwerking, ondervindt dan op de gladde goed geasfalteerde weg. Door deze tegenwerking, neemt je E_{bew} af, totdat uiteindelijk je E_{bew} nul is geworden en je stilstaat. Maar die energie gaat niet verloren volgens de wet van behoud van energie. De E_{bew} wordt namelijk omgezet in warmte. Door over een weg te rijden wordt die weg, je fietsband en de lucht er om heen warmer. De E_{bew} van de fiets wordt overgedragen aan de weg, de fietsband en de lucht. De temperatuur ervan wordt hoger.

Alleen als er helemaal geen tegenwerking is zou je een perpetuum mobile kunnen maken. Er is geen tegenwerking in een ruimte waarin zich niets bevindt (zich geen enkel molecuul bevindt) het zogenaamde vacuum. Maar zo'n vacuum kun je op aarde alleen met heel veel moeite maken. Het bestaat wel buiten de dampkring van de aarde. Maar zelfs de maan blijft niet eeuwig ronddraaien omdat de maan eb en vloed op de aarde veroorzaakt, dat kost energie: de maan gaat steeds langzamer om de aarde heendraaien.

Waarom is de fietstocht op de Tweelingberg dus geen perpetuum mobile?

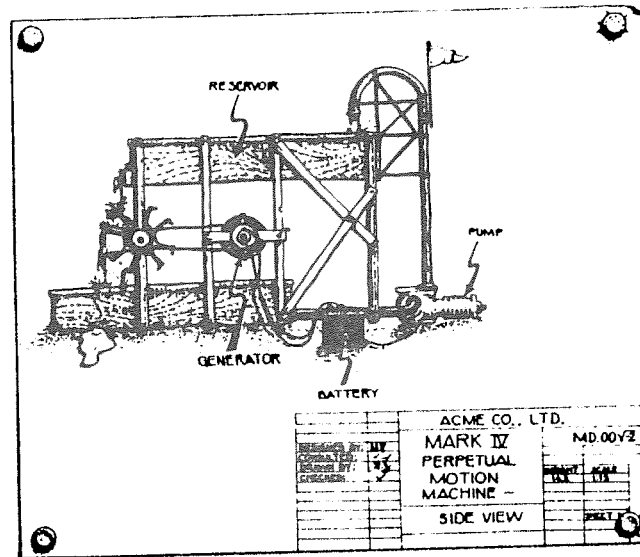
Omdat de E_{zw} omgezet wordt in E_{bew} en warmte tijdens het dalen
en de E_{bew} " " " E_{zw} en " " " stijgen

Er gaat geen energie verloren maar na verloop van tijd is wel alle E_{zw} die je had in Alte omgezet in warmte en sta je stil in Bella.

In Bella is dan je E_{zw} en je E_{bew} 0 J.

Vraag 45.

Probeer het idee achter dit ingenieus ontwerp te achterhalen.



Figuur 25 Een ingenieus ontwerp.

Durf je nu een prijs ter grootte van een jaar zakgeld uit te loven voor diegene die een perpetuum mobile kan maken?

Misschien heb je nog enige twijfel. Je zou je namelijk nog kunnen afvragen of je de ongewenste warmte niet weer kan omzetten in een vorm van energie die je wel wenst, bijvoorbeeld bewegingsenergie. Helaas kan dat niet. Er geldt namelijk het volgende:

Elke vorm van energie voor 100 procent omzetten in warmte kan wel maar het omgekeerde: warmte voor 100 procent omzetten in een andere vorm van energie kan niet.

Vraag 46.

- Bereken E_{bew} van een baksteen die een snelheid van 30 meter per seconde heeft en een massa van 2,0 kilogram.
- Bereken E_{zw} van dezelfde baksteen als de baksteen zich 45 meter boven de grond bevindt.
- Als je de baksteen van een hoogte van 45 meter laat vallen met welke snelheid komt hij dan op de grond? (We nemen aan dat alle E_{zw} omgezet wordt in E_{bew} .)

Vraag 47.

- Bereken E_{bew} van een balletje dat een snelheid van 30 meter per seconde heeft en een massa van 0,1 kilogram.
- Bereken E_{zw} van hetzelfde balletje als het zich 45 meter boven de grond bevindt.
- Als je het balletje van een hoogte van 45 meter laat vallen met welke snelheid komt het dan op de grond? (We nemen ook hier aan dat alle E_{zw} omgezet wordt in E_{bew} .)

Vraag 48.

Je staat op een toren met een hoogte van 45 meter. In je ene hand heb je de baksteen opgave 46 en in je andere hand het balletje van vraag 47. Beide hou je boven de (af)grond.

De politie ziet toe dat niemand in de buurt van de toren komt zodat je veilig de baksteen en het balletje tegelijk kunt loslaten.

Komen baksteen en balletje tegelijk op de grond of niet, als we aannemen dat E_{zw} volledig omgezet wordt in E_{bew} ? Waarom wel of niet?

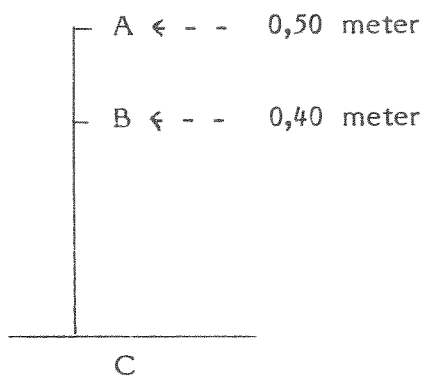
Vraag 49.

- Bereken E_{zw} van een fietser en fiets samen als de massa van fiets en fietser samen 65 kilogram is en het geheel zich boven op een heuveltje van 20 meter bevindt.
- Als alle E_{zw} wordt omgezet in E_{bew} met welke snelheid komt de fiets met fietser dan beneden?
- Als slechts $1/4$ van de E_{zw} wordt omgezet in E_{bew} (de fiets loopt aan of het heuveltje is van zand) met welke snelheid komt de fiets met fietser dan beneden?
- Als we van de situatie onder c) uitgaan hoeveel joules E_{zw} is dan omgezet in warmte?
- Hoeveel gram water kun je daarmee een graad in temperatuur laten stijgen? (Voor 0,24 gram is 1 J nodig).

Vraag 50.

Als een balletje stuitert komt het balletje steeds minder hoog. Zie figuur 27.

Je laat het balletje los in punt A en bij C komt het op de grond, stuitert het en bereikt dan punt B en valt weer naar beneden en komt weer bij C op de grond en stuitert enz. enz.. De massa van het balletje is 100 gram.



- Bereken E_{zw} en E_{bew} in A
- " " " " " C
voor het stuiten
- Bereken E_{zw} en E_{bew} in B
- Hoeveel joule warmte is er "vrijgekomen" in C?

Vraag 51,

Verklaar waarom er sprake is van een energiecrisis terwijl er geen energieverloren gaat.

5 WAT JE MOET WETEN

- Wat is E_{bew} ?
- Hoe bereken je E_{bew} ?
- Wat is E_{zw} ?
- Hoe bereken je E_{zw} ?

- Wat is de wet van behoud van energie?
- Wat is een perpetuum mobile?
- Waarom bestaat er geen perpetuum mobile?
- Warmte kun je niet voor 100 % omzetten in een andere vorm van energie.

WERKSTUK.

Vraag aan je leraar of lerares of jullie een werkstuk gaan maken over hoofdstuk 5. Zo ja dan kun je kiezen uit:

5A Hoe kun je energie opwekken?

of

5B Hoe kun je energie besparen?

Bij het maken van je werkstuk kun je ook het leesboek gebruiken. Ook dit kun je aan je leraar of lerares vragen.

MENT

86-09