

Blok 8 Sport en energie

BLOK 8 PRACTICUM

PO Energie-omzettingen

Bijna dagelijks kun je op de sportpagina van de krant lezen over nieuwe sportprestaties. Deze prestaties, waarbij sportmensen tot het uiterste zijn gegaan, wekken onze bewondering. Denk maar aan een marathon in recordtijd, de elfstedentocht van 200 km in ijzige koude of de 13 kilometer lange klim naar Alpe d'Huez in verzengende hitte (figuur 1). Maar ook de snelheidsexplosie van Nellie Cooman op de 60 m indoor en een 500 m schaatsen in 36 seconden rond mogen er wezen.

FIG. 1 Zwetend naar de top.



We vragen ons af waar deze sportmensen de energie vandaan halen voor een dergelijke topprestatie. Je weet dat deze energie al in de een of andere vorm aanwezig geweest moet zijn. Deze energie is omgezet in energie van een andere soort. In dit practicum moet je eerst nagaan wat je nog weet van energie. Dat doe je aan de hand van een aantal vragen.

Daarna moet je onderzoeken hoe energie-omzettingen plaatsvinden. Daarvoor gebruiken we een nieuw begrip: *arbeid*.

Tenslotte moet je prestaties vergelijken door naar het vermogen te kijken.

1 a Noem alle soorten energie die je kent.

.....

.....

.....

b Wat is het symbool voor energie?

symbool

c Wat is de eenheid van energie?

eenheid..... afkorting.....

- 2 Welke energie-omzetting vindt plaats bij:
a het verbranden van hout?

b een atlete die wegschiet uit de startblokken?

c een wielrenner die met constante snelheid een berg op fietst?

d een gewichtheffer die een halter optilt?

e een hoogspringer na de afzet voor de sprong?

f een pijl die wordt weggeschoten met een boog?

g een verspringer bij de landing in de zandbak?

- 3 a Welke wet geldt er bij energie-omzettingen. Hoe luidt deze wet?

b Waarom lijkt deze wet vaak niet op te gaan?

BLOK 8 PRACTICUM

P1 In training

Sportprestaties komen niet uit de lucht vallen. Er is veel training voor nodig. Bij sportieve prestaties wordt energie omgezet. De training is erop gericht om zoveel mogelijk energie om te zetten met zo weinig mogelijk verlies. Voor een goede training moet je dus weten:

- hoe de energie-omzetting precies plaatsvindt;
- welke natuurkundige grootheden daarbij een rol spelen.

Bekijk de volgende voorbeelden en beantwoord de vragen.

FIG. 2 Explosie bij de start.



- 1 Een atleet schiet uit de startblokken (figuur 2).
a Waar hangt de snelheid vanaf die de atleet krijgt?

Een speerwerper gooit een speer weg.

- b Waar hangt de snelheid vanaf die de speer krijgt?

Een verspringer neemt een aanloop voor de sprong.

- c Waar hangt de snelheid vanaf die de atleet krijgt?

Een boogschutter schiet een pijl weg.

- d Waar hangt de snelheid vanaf die de pijl krijgt?

In alle gevallen hiervoor wordt energie omgezet.

- e Welke twee natuurkundige grootheden spelen daarbij een rol? Bekijk de voorbeelden goed!

Een atleet die een sportprestatie levert, zet energie om. We zeggen dat de atleet *arbeid verricht*.

De hoeveelheid arbeid die de atleet verricht, is gelijk aan de energie die wordt omgezet.

Bekijk het volgende voorbeeld en beantwoord de vragen.

- 2 Een gewichtheffer tilt een halter boven zijn hoofd.
a Wanneer verricht de gewichtheffer de meeste arbeid: bij een halter van 80 kg of bij een halter van 100 kg?

- b Wanneer verricht de gewichtheffer meer arbeid: als hij 1,7 m lang is of als hij 2,0 m lang is?

c Wanneer verricht de gewichtheffer meer arbeid: tijdens het optillen van de halter of als hij de halter boven zijn hoofd houdt?

d Van welke twee grootheden hangt de hoeveelheid arbeid af?

BLOK 8 PRACTICUM

P2 Vermogen

Arbeid en vermogen

Bij sommige sporten gaat het om de arbeid die verricht wordt. Bij de meeste sporten is juist de tijd waarin een bepaalde prestatie wordt geleverd belangrijk.

Bij speerwerpers, gewichtheffers, kogelstoters en hoogspringers gaat het om de geleverde arbeid. De tijd speelt geen rol.

Bij hardlopers, wielrenners en zwemmers gaat het om de arbeid én de tijd. Van belang is de arbeid die per seconde wordt verricht. In de natuurkunde spreek je dan van vermogen.

Bekijk de volgende voorbeelden. Beantwoord de vragen.

1 Tijdens atletiekwedstrijden stoot Eric de Bruin de kogel 20 m ver. Onder dezelfde omstandigheden komt Rob de Wit tot 18 m.

a Welke atleet heeft de meeste arbeid verricht?

b Weet je welke atleet het grootste vermogen heeft geleverd? Licht je antwoord toe.

2 Pantani wint de klim-tijdrit naar Orcière-Merlet met 52 seconden voorsprong op Indurain. Pantani en Indurain zijn toevallig even zwaar en hun fietsen ook.

a Welke atleet geeft de meeste arbeid verricht?

b Welke atleet heeft het grootste vermogen geleverd? Licht je antwoord toe.

Bepaal je eigen vermogen

Je moet arbeid verrichten om je lichaam de trap op te krijgen. Als je weet hoeveel arbeid er nodig is en je weet hoeveel tijd het kost, dan kun je je vermogen uitrekenen.

Die arbeid hangt af van je gewicht en de hoogte van de trap. In T3 leer je hoe dat precies zit.

Je mag er nu vanuit gaan dat het je 100 J kost om 10 kg lichaamsmassa 1 m trapop te krijgen.

3 a Bepaal je massa.

Mijn massa is kg.

b Bepaal de hoogte van de trap naar de eerste verdieping.

De hoogte van de trap is m.

c Reken uit hoeveel arbeid (energie) het kost om naar de eerste verdieping te lopen.

Voor het traplopen is J nodig.

d Meet in hoeveel tijd je de trap op kunt lopen.

De tijd is s.

e Reken uit hoeveel arbeid (energie) je per seconde hebt verricht. Dat is je vermogen.

Mijn vermogen is J/s.

f Vergelijk jouw vermogen met dat van andere leerlingen uit de klas. Hoe staat het met jouw vermogen?

BLOK 8 PRACTICUM

P3 Topprestaties

Een atleet die uit de startblokken schiet, verricht arbeid. Daardoor krijgt hij bewegingsenergie.

Een hoogspringer die afzet voor de sprong, bezit bewegingsenergie. Tijdens de sprong wordt bewegingsenergie omgezet in zwaarte-energie. Als de hoogspringer over de lat scheert, bezit hij zwaarte-energie (en nog een klein beetje bewegingsenergie; figuur 3).

In dit practicum moet je onderzoeken waar de hoeveelheid bewegingsenergie van afhangt. Uit je meetresultaten leiden we een formule af. Met die formule kun je de bewegingsenergie berekenen.

Je moet ook onderzoeken waar de zwaarte-energie van afhangt. Ook voor de zwaarte-energie leiden we een formule af.

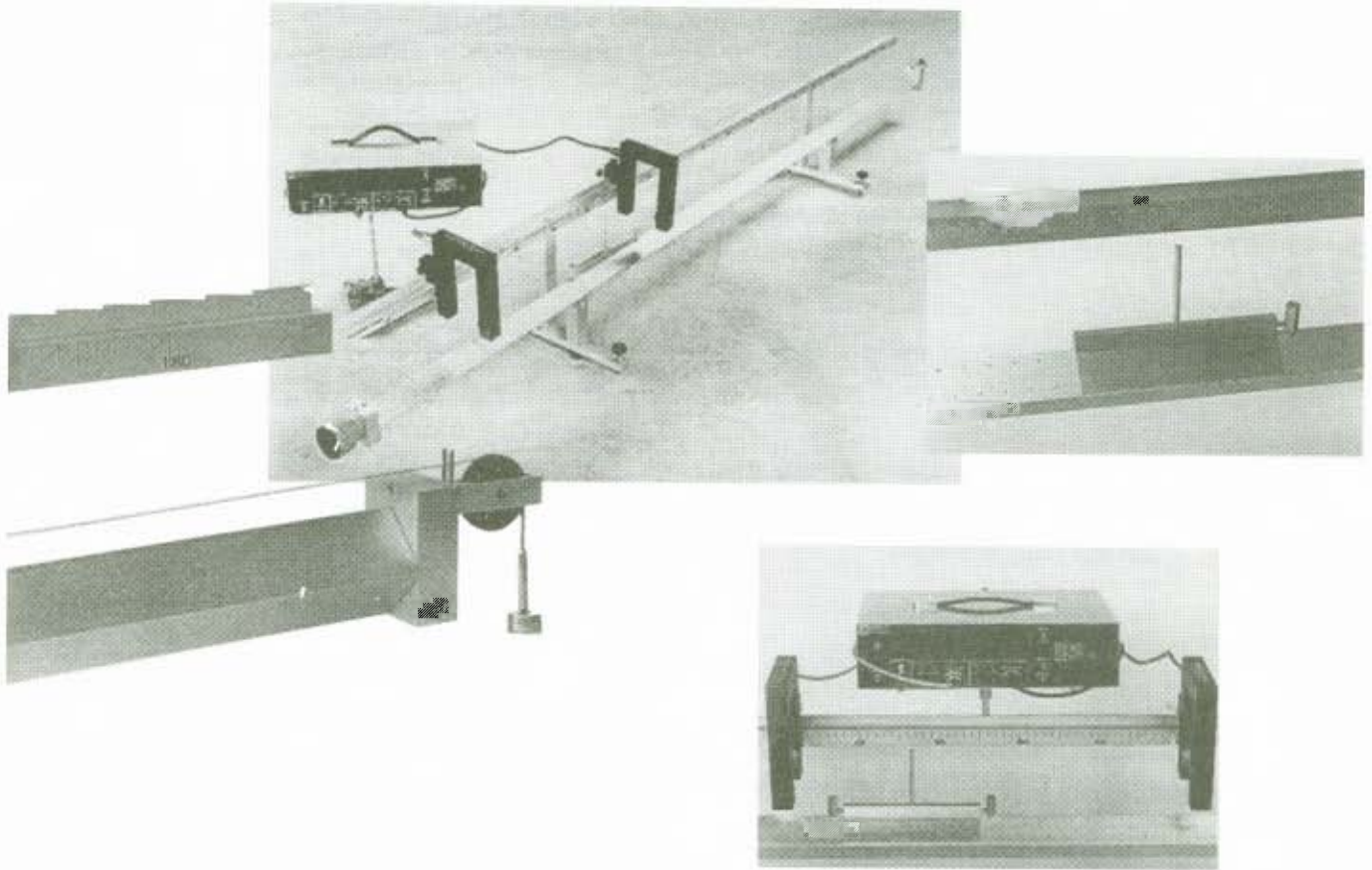
FIG. 3 Een hoogspringer zweeft over de lat.



Een formule voor bewegingsenergie

Voor deze proef gebruiken we een luchtkussenbaan. Over deze baan kan een slede zonder wrijving bewegen. De slede is via een koordje over een katrol verbonden met een blokje (figuur 4). De slede wordt in beweging gebracht door het vallend blokje.

FIG. 4 Een luchtkussenbaan met slede en vallend blokje. De snelheid van de slede wordt gemeten met twee fotocellen.



Beschrijving van de werking van de luchtkussenbaan

Het vallende blokje oefent (via het koord) een *kracht* F_z uit op de slede. Het vallende blokje verricht dus arbeid. Daardoor krijgt de slede bewegingsenergie. De *bewegingsenergie* E_k is gelijk aan de *verrichte arbeid*. Dit is de wet van behoud van energie.

Het blokje oefent geen kracht meer uit als het blokje op het tafeltje komt. Het blokje is dan over een *afstand* h gevallen.



KINETISCHE ENERGIE

'Bewegingsenergie' wordt ook wel 'kinetische energie' genoemd. Vandaar de afkorting E_k voor bewegingsenergie.

Arbeid

De arbeid die het blokje verricht, kun je eenvoudig uitrekenen. De kracht op het karretje is gelijk aan het gewicht van het blokje. Voor dit gewicht mogen we de zwaartekracht F_z op het blokje nemen.

De afstand waarover de zwaartekracht werkt, is gelijk aan de hoogte h waarover het blokje valt.

Voor de arbeid die verricht wordt, geldt dus:

$$W = \text{kracht} \times \text{afstand}$$

$$W = F_z \cdot h$$

- 1 Van welke twee grootheden hangt de bewegingsenergie die de slede krijgt dus af?

Bewegingsenergie

De bewegingsenergie van de slede hangt af van de massa en de snelheid. De massa van de slede bepaal je eenvoudig door weging. Maar hoe meten we de snelheid? Omdat de beweging praktisch wrijvingsloos is, houdt de slede dezelfde snelheid. We laten nu de slede nog een *afstand* s afleggen. We meten de *tijdsduur* t die de slede nodig heeft om deze afstand s af te leggen met twee fotocellen.

- 2 Met welke formule kun je de snelheid van de slede uitrekenen?

Uitvoering van de proef met de luchtkussenbaan

Hang een blokje van 20 g aan het touwtje.

Stel de hoogte h in op 20 cm.

Plaats de fotocellen op 30 cm afstand van elkaar.

Controleer of de baan horizontaal ('waterpas') staat.

Zet de slede op de baan en kijk of deze in rust blijft.

Controleer daarna of de klok door de slede wordt gestart en gestopt.

Breng de slede naar het startpunt.

Verbind het blokje met de slede en laat de slede los.

- 3 **a** Meet de *tijdsduur* t die de slede over *afstand* s van 30 cm doet. Bereken met je rekenmachine de snelheid v van de slede (afstand s gedeeld door tijdsduur t). Noteer de snelheid v in de tabel (in m/s!).
b Herhaal de meting voor de andere waarden van h .
c Bepaal de massa m van de slede en tel de massa van het blokje daarbij op (ook het blokje krijgt bewegingsenergie).
d Bereken de arbeid W . ($W = F_z \cdot h$)
e Bereken de bewegingsenergie E_k . ($E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$)

F_z (N)	h (m)	$W = F_z \cdot h$ (J)	m_{sl+bl} (kg)	v (m/s)	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$ (J)
0,2	0,2	.....	.....	.....	.....
0,2	0,4	.....	.....	.....	.....
0,2	0,6	.....	.....	.....	.....

- f** Vergelijk de kolom arbeid W uit de tabel met de kolom bewegingsenergie E_k . Noteer je conclusie.

- g** Misschien zijn de getallen in de twee kolommen niet helemaal gelijk. Kun je een aantal oorzaken daarvoor aangeven?

- 4 a** Leg vervolgens een massa van 100 g op de slede. Doe de proef opnieuw en noteer de metingen in de tabel.

F_z (N)	h (m)	$W = F_z \cdot h$ (J)	m_{sl+bl} (kg)	v (m/s)	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ (J)
0,2	0,2	.....	.....	.....	.....
0,2	0,4	.....	.....	.....	.....
0,2	0,6	.....	.....	.....	.....

- b** Bereken opnieuw de arbeid W .
c Bereken opnieuw de bewegingsenergie E_k .
d Vergelijk de kolom arbeid W uit de tabel met de kolom bewegingsenergie E_k . Noteer je conclusie.

- e** Schrijf de formule op die volgens jou het verband geeft tussen E_k , m en v .

Een formule voor zwaarte-energie

In de proeven **3** en **4** levert het vallende blokje de arbeid. Daardoor krijgt het karretje bewegingsenergie. Voor het verrichten van arbeid is energie nodig. Het blokje valt. *Daardoor neemt de zwaarte-energie van het blokje af.* Volgens de wet van behoud van energie geldt:

De bewegingsenergie E_k die het karretje krijgt, is gelijk aan de zwaarte-energie E_z die het blokje kwijtraakt. In formulevorm:

$$E_k = E_z$$

- 5 a** Hang een blokje van 40 g aan het touwtje. Herhaal de laatste meting uit proef 4 (dus met 100 g extra op het karretje!).
b Noteer de snelheid in de tabel.
c Bepaal de massa m van de slede en tel de massa van het blokje daarbij op (ook het blokje krijgt bewegingsenergie).
d Bereken de zwaarte-energie E_z , ($E_z = m \cdot g \cdot h$)

- e** Bereken de bewegingsenergie E_k , ($E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$)

m_{blokje} (kg)	h (m)	$E_z = m \cdot g \cdot h$ (J)	m_{sl+bl} (kg)	v (m/s)	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ (J)
0,04	0,2	.....	.....	.....	.....
0,04	0,4	.....	.....	.....	.....
0,04	0,6	.....	.....	.....	.....

- f** Vergelijk de kolom zwaarte-energie E_z uit de tabel met de kolom bewegingsenergie E_k . Noteer je conclusie.

g Misschien zijn de getallen in de twee kolommen niet helemaal gelijk. Kun je een aantal oorzaken daarvoor aangeven?

h Schrijf de formule op waarmee de zwaarte-energie E_z berekend kan worden.
