

Blok 7 Verwarmen en koelen

BLOK 7 PRACTICUM

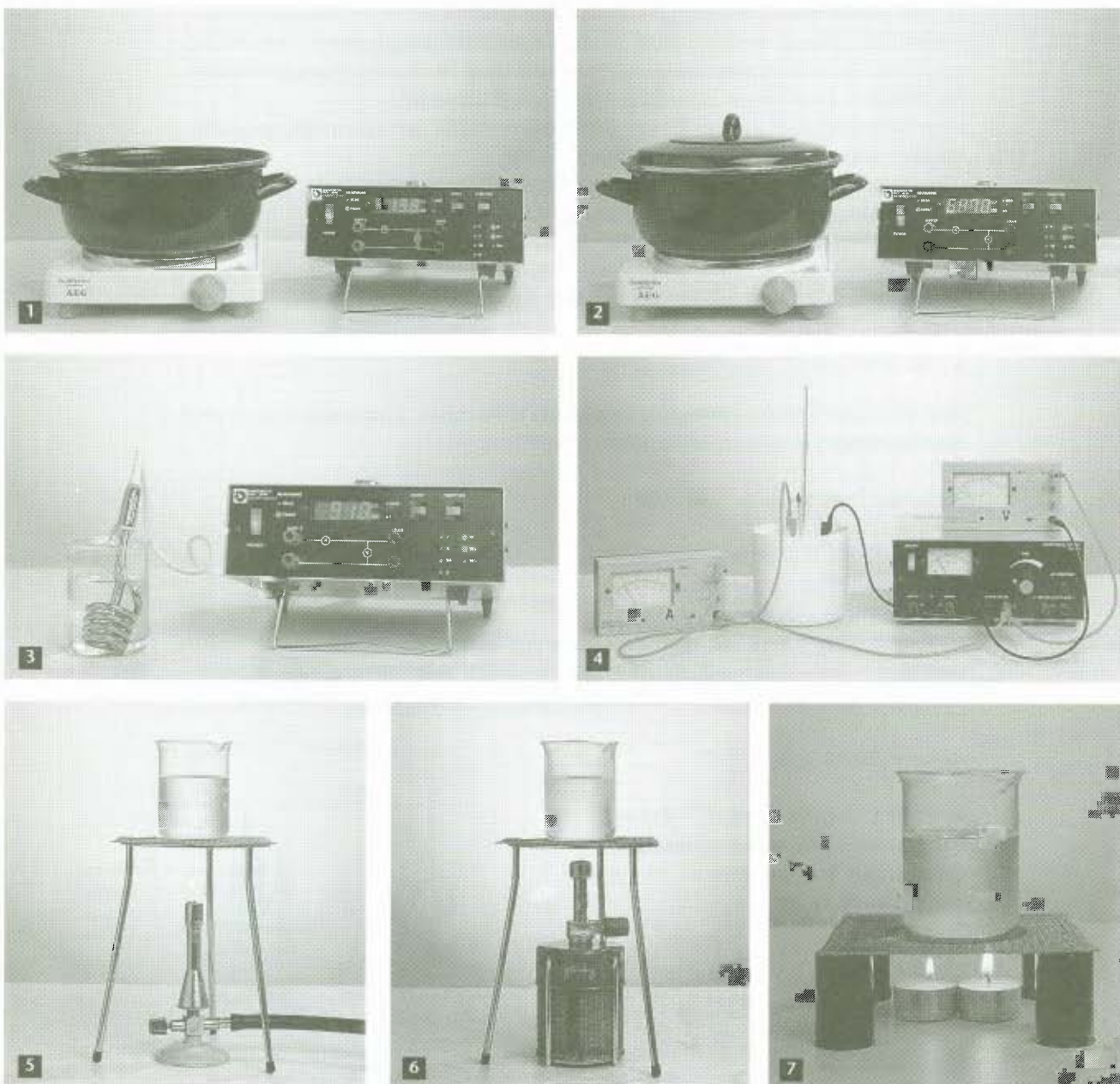
P0 Herhaling

Water verwarmen

Je kunt water op vele manieren verwarmen. Je gaat in P0 een aantal manieren vergelijken. Je onderzoekt het verschil in rendement en kostprijs.

Het is de bedoeling dat tegelijkertijd in de klas zoveel mogelijk verschillende methodes worden onderzocht (figuur 1.)

FIG. 1 Water verwarmen op verschillende manieren.



Maak een verslag van de proef die je hebt uitgevoerd. Het verslag moet in ieder geval bestaan uit:

- de onderzoeksvraag
- het meetplan met beschrijving van de opstelling
- de meetresultaten
- je berekeningen
- de conclusie met het door jou berekende rendement en de door jou berekende kosten.

Vraag aan je docent uit welke van de onderstaande manieren van verwarming je kunt kiezen:

- 1 water verwarmen met een elektrisch kookplaatje in een pan zonder deksel;
- 2 water verwarmen met een elektrisch kookplaatje in een pan met deksel;
- 3 water verwarmen met een dompelaar in een bekerglas;
- 4 water verwarmen in een warmtemeter met een dompelaar;
- 5 water in een bekerglas verwarmen met aardgas via een brander;
- 6 water verwarmen in een bekerglas met een campinggasbrander;
- 7 water verwarmen in een bekerglas met een theelichtje.

Aanwijzingen voor alle proeven

Je moet in elke proef meten: E_{op} = de totale energie die het verwarmingsapparaat opneemt in J. Dus je moet de toegevoerde hoeveelheid energie meten en berekenen. Bovendien moet je de energiekosten berekenen. De manier waarop verschilt van proef tot proef, zie de aanwijzingen per proef hieronder.

Je moet in elke proef meten: E_{af} = de nuttige energie die het verwarmingsapparaat aan het water afstaat in J. Daarvoor heb je nodig:

- De massa van het water in kg (1 liter = 1 kg; 1 ml = 1 g = 0,001 kg).
- De begintemperatuur T_b van het water in °C.
- De eindtemperatuur T_e van het water in °C.

De aan het water afgestane warmte Q bereken je zó:

$$Q = m \times 4180 \times (T_e - T_b)$$

Meet de temperatuur voortdurend tijdens het verwarmen, roer regelmatig en stop met verwarmen als de temperatuur circa 60 °C is.

Het rendement bereken je als volgt:

$$\text{rendement} = \frac{E_{af}}{E_{op}} \times 100\%$$

Aanwijzingen per proef

Bij proef 1, 2 en 3: Sluit het apparaat aan op het lichtnet via een kilowattuurmeter. Meet heel nauwkeurig begin- en eindstand van de kilowattuurmeter. Reken het verbruik in kilowattuur om in joules door vermenigvuldigen met 3 600 000.

$$\text{kosten} = \text{aantal kWh} \times f \ 0,25$$

Bij proef 4: Sluit de dompelaar van de warmtemeter aan op een spanningsbron in een schakeling met een volt- en ampèremeter (figuur 2.)

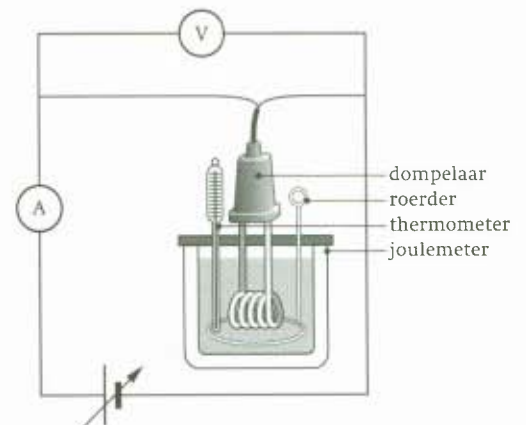


FIG. 2 Zó sluit je de dompelaar aan.

Het energiegebruik bereken je zo:

$$E_{\text{op}} \text{ (in J)} = \text{spanning} \times \text{stroomsterkte (in A)} \times \text{tijd (in s)}$$

Ook hier geldt: 1 kWh = 3 600 000 joule

$$\text{kosten} = \text{aantal kilowattuur} \times f \text{ 0,25}$$

Bij proef 5: Sluit de gasbrander aan op een gasmeter. Meet heel nauwkeurig begin- en eindstand van de gasmeter. Dat levert je het volume van het verbrande gas.

$$E_{\text{op}} \text{ (in J)} = \text{gasvolume in m}^3 \times \text{verbrandingswarmte van aardgas} = \text{gasvolume in m}^3 \times 32 \cdot 10^6$$

(In de extra rekenopdracht hierna wordt uitgelegd wat $32 \cdot 10^6$ betekent. Daar leer je ook met deze getallen op je rekenmachine rekenen).

$$\text{kosten} = \text{gasvolume in m}^3 \times f \text{ 0,50}$$

Bij proef 6: Om te weten hoeveel campinggas is gebruikt, moet je het flesje campinggas heel precies wegen vóór en ná het verwarmen.

$$E_{\text{op}} \text{ (in J)} = (\text{gas in kg} : 2,02) \times 93,8 \cdot 10^6$$

Een weggoofles campinggas kost f 4,-.

Bij proef 7: Weeg het theelichtje vóór en ná het gebruik. Het verschil is de massa van het kaarsvet (paraffine) dat je hebt gebruikt.

$$E_{\text{op}} = \text{paraffine in kg} \times 24 \cdot 10^6$$

Een theelichtje kost 15 cent. Bereken de kosten uit de totale massa van het theelichtje en de massa van het verbruikte kaarsvet.

Extra rekenopdracht

$$10^2 = 10 \times 10 = 100$$

$$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \text{ (dus vijf tien!) = 100 000 (een één met vijf nullen)}$$

Bereken zonder rekenmachine:

$$10^4 = \dots\dots\dots$$

$$10^7 = \dots\dots\dots$$

$$10^1 = \dots\dots\dots$$

Schrijf als macht van 10:

$$1000 = \dots\dots\dots$$

$$100\ 000 = \dots\dots\dots$$

$$\text{Het getal } 32 \cdot 10^6 = 32 \times 1\ 000\ 000 = 32\ 000\ 000$$

Bereken zo ook zonder rekenmachine:

$$5 \cdot 10^4 = \dots\dots\dots$$

$$0,5 \cdot 10^2 = \dots\dots\dots$$

$$4,18 \cdot 10^3 = \dots\dots\dots$$

Het is op de rekenmachine veel makkelijker met de machten van tien te rekenen dan met de getallen met veel nullen. Dat doe je zo. Je gaat op je rekenmachine vermenigvuldigen: $4,18 \cdot 10^3 \times 15$.

Typ achtereenvolgens in 4 . 1 8 EE of EXP 3

Nu staat op het scherm 4 .18 03. Dat is het getal $4,18 \cdot 10^3 = 4180$

Nu ga je vermenigvuldigen: Typ in $\times 1 5 =$

Nu verschijnt het antwoord: 6.27 04 = 62 700

Bereken zelf met je rekenmachine:

$1,6 \cdot 10^3 \times 25 =$

$0,34 \cdot 10^5 \times 120 =$

$1,9 \cdot 10^{16} \times 123 =$

(Bij de laatste som mag je de macht van 10 in het antwoord laten staan. Deze kun je zo opschrijven, dus niet verder uitrekenen).

BLOK 7 PRACTICUM

P1 **Energiesoorten**

Energie is overal

Je zit aan je huiswerk. De radio staat aan. Het licht brandt. Je hebt je schoolboek voor je. Op je houten bureau. Je hebt geen zin. Je schuift op en neer op je stoel. Je trekt je wollen trui uit, want de verwarming staat hoog. Omdat de muziek van de radio je niet bevalt, doe je een bandje in je walkman. Dan ga je een beetje water drinken. Gelukkig moet je eten: rijst, boontjes, gehakt met pindasaus.

Alles om je heen, alles wat je doet, heeft met energie te maken. De radio gebruikt elektrische energie. Elektrische energie wordt opgewekt in een centrale. Daar wordt als energiebron meestal aardolie, aardgas of steenkool gebruikt. Het schoolboek is van papier. Dat papier wordt met veel elektrische energie gemaakt in een papierfabriek. Het hout dat voor het papier wordt gebruikt, is gegroeid door de stralingsenergie van de zon. De zon is een energiebron. Het water wordt door de waterleiding gepompt met behulp van elektrische energie. Voor de pindasaus zijn met elektrische energie pinda's gemalen. De pinda's zijn met een schip naar Nederland getransporteerd. Daar was olie voor nodig. Olie bevat chemische energie. De olie is een energiebron. De pinda's zijn weer gegroeid door stralingsenergie.

1 Uit welke energiebronnen zijn gemaakt (licht je antwoord uitgebreid toe):

a de warmte van de centrale verwarming:

.....
.....

b de wollen trui:

.....
.....

c de rijst:

.....
.....

d de muziek van het bandje:

.....

.....

2 Hieronder staat een tabel. In de linkerkolom staan woorden die iets met energie te maken hebben. De begrippen zijn in te delen in vier soorten of categorieën:

- een energiebron (bijvoorbeeld olie);
- een energiesoort (bijvoorbeeld kernenergie);
- een apparaat waarin energie gebruikt wordt (bijvoorbeeld een wasmachine);
- een nadelig gevolg van energiegebruik (bijvoorbeeld afval).

Zet achter ieder begrip in de goede kolom een kruisje.

woord	energiebron	energiesoort	apparaat	nadelig gevolg energiegebruik
aardgas
kerncentrale
dynamo
uranium
vliegass
zon
auto
straling
warmte
zure regen
graan
broeikaseffect
kachel
steenkool
luchtvervuiling
boterham
chemische energie

3 Schrijf nu op:
a vijf soorten energie:

.....

.....

b vijf energiebronnen:

.....

.....

c vijf apparaten die energie gebruiken:

d vijf nadelige gevolgen van energiegebruik:

BLOK 7 PRACTICUM

P2 Energie-omzetting

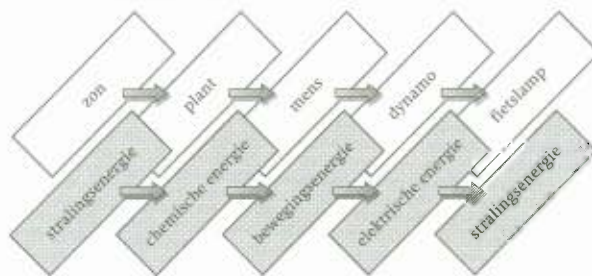
Een energieboek

- 1 Kies uit de tekst van T1 een soort energie of een energiebron. Zorg ervoor dat iedereen in de klas een andere term kiest. Verzamel informatie over dat begrip uit bijvoorbeeld de krant of de bibliotheek. Geef de informatie weer in je eigen woorden op één kantje (één A-viertje). Zorg voor een illustratie. Laat je docent de informatie bundelen. Zo maak je samen met je klas een energieboek.

De energie-ketting

- 2 De stralingsenergie van de zon laat de planten groeien. Sommige planten zoals graan leveren ons chemische energie in de vorm van voedsel. Die energie gebruiken we onder andere om te bewegen. Als we met onze energie een fietsdynamo ronddraaien, kunnen we zelfs licht opwekken. We kunnen dat zó weergeven (figuur 3).

FIG. 3 Een energieketting.



In figuur 3 zie je dat de ene soort energie omgezet kan worden in een andere, en dan weer in een andere. Zo ontstaat een *energie-ketting*. In dit voorbeeld staat de energiebron boven en de energiesoort onder.

Er zijn heel veel energie-kettingen te maken. Eigenlijk beginnen bijna al die energie-kettingen bij de zon. Steenkool, aardolie en aardgas zijn per slot van rekening uit de zon ontstaan.

Bedenk een zo lang mogelijke energie-ketting (de ketting mag vertakken) beginnend bij de zon.

P3 Soortelijke warmte en warmtecapaciteit

Als je een ketel water op het vuur zet, stijgt de temperatuur. Hoeveel de temperatuur stijgt, hangt af van drie factoren:

- de hoeveelheid warmte die je toevoert;
- de hoeveelheid water;
- een stoffeigenschap van het water, de zogenoemde soortelijke warmte van water.

Je gaat in P3 de soortelijke warmte van een vloeistof bepalen. Je kunt kiezen uit deze vloeistoffen:

- water
- (olijf)olie
- alcohol
- glycerol
- eventueel nog andere vloeistoffen

Je gaat de vloeistof opwarmen in een warmtemeter, een geïsoleerd bakje met een dompelaar.



DE DOMPELAAR

Net als in een strijkijzer zit in een dompelaar een elektrische weerstand. Die wordt warm als er elektrische stroom doorgaat. Met een dompelaar kun je snel en makkelijk water verwarmen. Zo kun je met een dompelaar heel vlot een kop thee maken. Een nadeel is wel, dat elektrisch verwarmen van water duurder is dan op een gasstel.

Voor dit practicum heb je nodig:

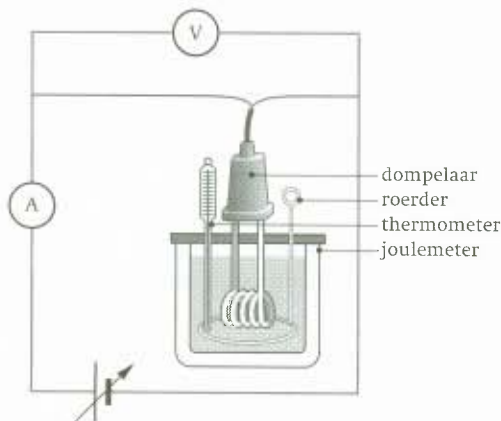
- warmtemeter met dompelaar
- spanningsbron
- maatglas
- stopwatch
- spannings- en stroommeter
- thermometer
- vloeistof

- 1 Vul de warmtemeter met precies 100 ml vloeistof.
 - a Meet de begintemperatuur van de vloeistof.

$T_{\text{begin}} = \dots\dots\dots \text{ } ^\circ\text{C}$

Sluit de dompelaar van de warmtemeter aan op de spanningsbron. Neem ook de spannings- en stroommeter *op de juiste wijze* op in de schakeling (figuur 4).

FIG. 4 Zó sluit je een dompelaar aan.



Stel de juiste spanning in (vraag aan je docent). Start tegelijkertijd de stopwatch.

b Meet de spanning en de stroomsterkte precies.

$$U = \dots\dots\dots V$$

$$I = \dots\dots\dots A$$

Roer regelmatig en stop met verwarmen na 5 minuten.

c Meet op dat moment weer nauwkeurig de temperatuur.

$$T_{\text{eind}} = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$$

d Bereken de temperatuurstijging $T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}}$:

$$T_{\text{eind}} - T_{\text{begin}} = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$$

Nu kun je de soortelijke warmte berekenen. (Maak eerst een kladberekening.)

De geleverde warmte bereken je zo:

warmte = spanning \times stroomsterkte \times tijd (in s)

In formulevorm:

$$Q = U \cdot I \cdot t \text{ (in joule)}$$

e Bereken de warmte Q in deze proef:

$$Q = \dots\dots\dots \text{ joule}$$

Je moet de massa van de vloeistof berekenen uit de dichtheid en het volume. De dichtheid staat in je informatieboekje. Dat gaat zo:

$$\text{massa (in g)} = \text{volume (in cm}^3\text{)} \times \text{dichtheid (in g/cm}^3\text{)}$$

In formulevorm:

$$m = V \cdot \rho$$

f Bereken de massa van de vloeistof in deze proef:

$$m = \dots\dots\dots \text{ g}$$

De soortelijke warmte (aangeduid met de letter c) bereken je met de volgende formule:

$$\text{warmte (in J)} = \text{soortelijke warmte} \times \text{massa van de vloeistof (in g)} \times \text{temperatuurstijging (in } ^\circ\text{C)}$$

In formulevorm: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

(Δ is een Griekse hoofdletter, die je uitspreekt als 'delta'.)

g Bereken nu de soortelijke warmte van de vloeistof in deze proef.

.....

.....

.....

h Hoeveel procent verschilt de soortelijke warmte die jij vindt, met die van het informatieboekje?

.....

i Een deel van de warmte is in de warmtemeter terechtgekomen. Is de soortelijke warmte die jij vindt, daardoor te hoog of juist te laag? Licht je antwoord toe.

BLOK 7 PRACTICUM

P4 Verder rekenen met warmte

1 Je gaat vaststellen hoeveel een blokje ijs een glas cola afkoelt. We gebruiken water in plaats van cola.

a Vul een bekerglas met 150 ml kraanwater en meet de temperatuur.

$$T_{\text{begin}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

b Weeg snel (anders smelt het ijs te veel) een blokje ijs en gooi het in het bekerglas met water.

$$m_{\text{ijs}} = \dots\dots\dots \text{ g}$$

c Roer tot het ijs is gesmolten en meet de temperatuur.

$$T_{\text{eind}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

d Hoeveel is de temperatuur van het water gedaald?

$$\Delta T = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

2 Nu moet je met een berekening controleren of deze meting klopt. Je krijgt hier aanwijzingen voor die berekening. Lees de stappen in deze berekening grondig. De warmte die het kraanwater afstaat = warmte die het ijs opneemt.

a Bereken de warmte die het water afstaat (Q_{af}) met behulp van jouw meetgegevens.

$$Q_{\text{af}} = c \cdot m \cdot \Delta T = \dots\dots\dots \text{ joule}$$

Toen je het ijs woog, was het al aan het smelten. We nemen aan dat het ijs een temperatuur van $0 \text{ }^\circ\text{C}$ had. Om ijs te smelten tot water van $0 \text{ }^\circ\text{C}$ is 334 000 joule per kg nodig.

b Je kunt nu uitrekenen hoeveel warmte nodig was om het ijs te smelten.

$$Q_{\text{smelten}} = 334\,000 \times \dots\dots\dots \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{ joule}$$

c Verder moeten we nog uitrekenen hoeveel warmte er nodig was om het gesmolten ijswater op te warmen tot de eindtemperatuur.

$$Q_{\text{smeltwater}} = c \cdot m \cdot \Delta T = \dots\dots\dots \text{ joule}$$

d De antwoorden van b en c opgeteld geven de opgenomen warmte Q_{op} . Tel dus op $Q_{\text{smelten}} + Q_{\text{smeltwater}}$.

$$Q_{\text{op}} = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ joule}$$

Nu moet kloppen $Q_{af} = Q_{op}$.
(De twee getallen die jij hebt berekend, zullen zeker wat verschillen. Dat is niet erg.)

e Geef nu in vijf regels weer waar deze proef over ging, wat je hebt gedaan en wat je hebt gevonden.
