

Voedsel is brandstof

1. INLEIDING

We eten voedsel om de energie binnen te krijgen die ons lichaam nodig heeft om goed te werken. Niet elk voedsel bevat echter dezelfde hoeveelheid energie. Misschien is het weleens opgevallen dat je na een groot bord pasta flink wat energie over hebt. Of dat je na het eten van alleen veldsla juist erg moe was.

Wat zit er precies in het voedsel dat deze energie levert? En hoe meet je de hoeveelheid energie in voedsel? In dit experiment maak je kennis met het proces “calorimetrie” om de hoeveelheid energie in voedingsmiddelen te bepalen. Tijdens het experiment ga je afgemeten hoeveelheden van verschillende voedselmonsters verbranden. De vrijgekomen energie kan worden gebruikt om de temperatuur van een vaste hoeveelheid water te verhogen (zie Figuur 1).

Zodra je de verandering in temperatuur kent voor de hoeveelheid water die je hebt gebruikt, kun je de hoeveelheid warmte-energie in het water berekenen met behulp van de volgende vergelijking:

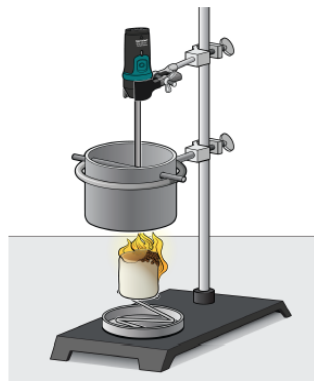
$$q = mC_p \Delta T$$

Hierbij staat q voor de warmte-energie, m voor de hoeveelheid water, ΔT voor de verandering in temperatuur, en C_p voor de specifieke temperatuur van het water, die $4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ is. Dit betekent dat er $4,18$ joules energie nodig zijn om de temperatuur van elke gram water met 1 graad Celsius te verhogen.

Daarna ga je de hoeveelheid warmte die is geproduceerd en de massa van het verbrande voedsel, gebruiken om de energie-inhoud te berekenen, uitgedrukt in kilojoules per gram, en de energie per portie voor elk getest product.

2. WAT GA JE DOEN?

- het bepalen van de hoeveelheid energie die vrijkomt tijdens het verbranden van verschillende voedselmonsters.
- Het zoeken naar patronen in de hoeveelheid energie die vrijkomt tijdens het verbranden van verschillende voedselmonsters.



Figuur 1

3. WAT HEB JE NODIG?

- Chromebook, laptop, tablet of smartphone
- De app Graphical Analysis (gratis)
- Go Direct temperatuursensor
- Veiligheidsbril
- 2 roerstaafjes
- Statiefplaat
- 2 statiefklemmen (1 voor het blikje en 1 voor de temperatuursensor)
- Statiefstaaf van ongeveer 75 cm
- 2 verschillende voedselmonsters
- Voedselhouder (middelgrote ordnerclip en aluminiumfolie)
- Houten spaan
- Maatcilinder van 100 ml
- Klein blikje
- Koud water
- Lucifers
- Lineaal
- Schaar



Figuur 2

4. UITVOERING

1. Zet een veiligheidsbril op
2. Start Graphical Analysis op. Verbind de Go Direct temperatuursensor met je laptop, chromebook of smartphone. Deze app kun je gratis downloaden op zowel Apple als Android toestellen.
3. Klik of druk op 'Modus' en daarna op 'Instellingen gegevensverzameling'. Verander de hoeveelheid in **1** monsters/s en 'Stop collectie' in **600** s. Klik of druk als je klaar bent op 'Gereed'. Mocht je problemen hebben met het verbinden van de temperatuursensor. Op ons leerplatform Steamvidz.nl staat een complete lesmodule over de temperatuursensor en hoe je hem installeert.
4. Leg de ordnerclip op zijn rug met de metalen clips naar boven (zie figuur 2). Het voedselmonster kun je zo tussen de clips plaatsen.
5. Snij een vierkant stuk aluminiumfolie af van ongeveer 15 x 15 cm.
6. Weeg en noteer het totaalgewicht van 1 monster, de ordnerclip en de aluminiumfolie.
7. Weeg het lege blikje en noteer het gewicht. Schenk ongeveer 50 ml koud water in het blikje. Zorg ervoor dat er geen ijs in het water zit. Weeg en noteer daarna het gewicht van het blikje + water.
8. Maak de opstelling zoals in figuur 1. Hang het blikje ongeveer 2,5 cm boven het voedselmonster. Vervolgens gebruik je de klem om de temperatuursensor in het water te laten zakken. Zorg ervoor dat de temperatuursensor de bodem van het blikje niet raakt en dat de sensor minimaal 30 seconden in het water zit voordat je stap 9 uitvoert.

9. Klik of druk op 'Collectie' om data te verzamelen. Steek ondertussen een stukje hout aan en bevestig dit onder het voedselmonster om het aan te steken. Verhit ondertussen ook het water totdat het monster stopt met branden. **Pas op:** zorg ervoor dat er geen haar of kleding bij het vuur kan komen.
10. Gebruik een roerstaafje om het verhitte water te roeren. Blijf roeren totdat de temperatuur niet verder oploopt. Na 10 minuten stopt het data verzamelen automatisch. Als het water de maximumtemperatuur in minder dan 10 minuten bereikt, kun je ook eerder stoppen met meten.
11. Klik of druk op de grafiek en noteer de minimum- en maximumtemperatuur van het water in het blikje.
12. Bepaal en leg het gecombineerde gewicht vast van het voedsel, ordnerclip en aluminiumfolie na de verbranding.
13. herhaal stap 4 tot en met 12 met een tweede voedselmonster. De ordnerclip kan hiervoor worden hergebruikt. Zorg wel voor 50 ml koud water.
14. Als je klaar bent, zorg er dan voor dat alle gebruikte materialen veilig weggegooid worden in de daarvoor bestemde afvalbak. Het blikje kan eventueel worden gerecycled.

Datatabel

Tabel 1		
Type/naam voedselmonster		
Startgewicht van het monster, ordnerclip en aluminiumfolie	g	g
Eindgewicht van het monster, ordnerclip en aluminiumfolie	g	g
Gewicht leeg blikje	g	g
Gewicht blikje met water	g	g
Minimumtemperatuur, $t_{\min}$	°C	°C
Maximumtemperatuur, $t_{\max}$	°C	°C
Gewicht opgewarmd water	g	g
Verandering in temperatuur, ΔT	°C	°C
Gewicht van verbrand voedselmonster	g	g
Hitte die is geabsorbeerd door het water, q	kJ	kJ

5. VERWERK DE GEGEVENS

1. Stel de massa vast van het opgewarmde water gebruikt in elk experiment. Noteer het antwoord in tabel 1.
2. Bereken de temperatuurveranderingen in het water, ΔT , voor elk experiment dat je uitvoert.
3. Bereken de hitte die is geabsorbeerd door het water, gebruik de vergelijking: $q = mC_p \Delta T$ om deze berekening te maken.
4. Bereken de massa (in g) van elk verbrand voedselmonster.
5. Met de resultaten van stap 3 kun je de hoeveelheid energie (in kJ/g) van elk monster berekenen. Hint: kijk naar de eenheid (kJ/g) voor de berekening.
6. Welk voedselmonster genereerde tijdens de verbranding de meeste energie?
7. Welk voedselmonster bevat de grootste hoeveelheid energie?
8. Energie uit voedsel wordt vaak uitgedrukt in de eenheid Calorie. Misschien heb je weleens in de supermarkt op een verpakking gekeken. Daar staat energie meestal weergegeven als Kilocalorieën. In tegenstelling tot meters en gewichten, zijn Calorie en Kilocalorie gelijk elkaar. De Calorie en Joule zijn echter niet hetzelfde. In 1 Calorie zitten namelijk 4,18 kJ aan energie.
9. Zet de hoeveelheid energie van kJ/g om in Calorieën/g.
10. Bereken de hoeveelheid Calorieën in een 50g verpakking van een van de door jouw geteste monsters.
11. De docent zal je voorzien van de echte hoeveelheid energie van de door jouw geteste monsters. Bepaal de foutmarge in je berekeningen van de hoeveelheid energie in het voedsel.

6. VRAGEN

1. Waar denk je dat het verschil vandaan komt tussen jouw data en de echte hoeveelheid energie in het voedsel? Hoe zou je het experiment kunnen aanpassen om de resultaten te verbeteren?
2. Chips worden meestal in olie gebakken en bevatten veel vet en koolhydraten. Pretzels bevatten veel koolhydraten, maar weinig of geen vet. Welke algemene conclusie kun je trekken over de relatieve energie-inhoud van vetten en koolhydraten?