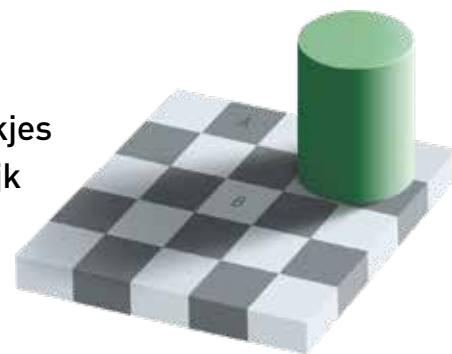


3. Meten is weten.

Kijk naar het plaatje hiernaast. Welke kleuren hebben de vakjes A en B volgens jou? Denk jij ook lichtgrijs en donkergrijs? Kijk nu op bladzijde ... achterin dit boek. Je hersenen houden je dus flink voor de gek! Dit wordt een optische illusie genoemd.



Ook met temperatuur zoiets gebeuren. De temperatuur die je voelt, klopt dan niet met de werkelijkheid. Vaak kan dit geen kwaad. Soms moet je de temperatuur wel heel precies weten. Bijvoorbeeld als bij een virusuitbraak alleen mensen zonder koorts een vliegtuig in mogen.



In dit hoofdstuk ga je zelf experimenteren met het voelen, schatten en nauwkeurig meten van temperaturen.

Wat ga je doen?

- De temperatuur schatten door te voelen met je vingers.
- De temperatuur meten met een thermometer.

Wat heb je nodig?

- Chromebook, pc of laptop met bluetooth of USB-uitgang.
- De Vernier Graphical Analysis-app.
- De temperatuursensor.
- Een stopwatch of timer.
- Papieren handdoeken.
- Eventueel een dienblad. Dit vangt het water op als er tijdens de proef per ongeluk een beker omvalt.

- 3 stevige plastic bekens waarvan er 1 is gevuld met warm water, 1 met koud water en 1 met water op kamertemperatuur. Het best zijn doorzichtige plastic maatbekers met een inhoud van 500 ml.



Let op! Het koude water moet écht koud zijn. Het warme water moet ook écht warm zijn, maar niet zo heet dat je je hand verbrandt. Het water op kamertemperatuur moet minstens een kwartier in het lokaal hebben gestaan.

Je hoort van je docent hoe je aan het water komt. Misschien moet je het zelf uit de kraan halen. Of het wordt in grote (thermos-)kannen klaargezet. In het koude water kunnen eventueel ijsblokjes worden gedaan.



Hoe ga je te werk?

Je doet deze proef in groepjes van vier. Per groep heb je een beker met warm water, een beker met koud water en een beker met water op kamertemperatuur nodig. Per groep heb je ook één computer en een temperatuursensor nodig.

Jullie gaan bij deze proef in verschillende situaties de temperatuur bepalen. Dit doe je eerst door goed te voelen en daarbij de temperatuur te schatten. Daarna ga je de temperatuur meten met de sensor.

Stappenplan deel 1. Temperaturen schatten

1. Spreek de volgorde af waarin jullie de proef gaan doen. Het groepslid met nummer 1 gaat het eerst, daarna nummer 2 etc. Deze volgorde is verder niet belangrijk. Iedereen in de groep gaat de proef doen.

Nummer groepslid	Naam groepslid
1	
2	
3	
4	

- Open de Vernier Graphical Analysis-app. Verbind de sensor draadloos of met de USB-kabel met de computer.
- Zet de drie bekers met water op een rij op jullie tafel. De beker met water op kamertemperatuur moet in het midden komen te staan.
- Groepslid 1 steekt nu twee vingers in het warme water en twee vingers van de andere hand in het koude water. Probeer nu zo goed mogelijk te schatten wat de temperatuur van het warme water is en wat de temperatuur van het koude water is.



Zorg ervoor dat je je vingers 30 seconden lang in het water houdt. Haal ze er niet eerder uit! Houd de tijd bij met de stopwatch of de timer.

- Noteer jouw geschatte temperaturen van het warme en van het koude water in de tabel hieronder.

Meetresultaten deel 1			
	Geschatte temperatuur (°C)	Gemeten temperatuur (°C)	Temperatuur-verschil (°C)
Koude water			
Water op kamertemperatuur			
Warme water			

- Groepslid 1 stopt nu één vinger die in het koude water zat en één vinger die in het warme water zat allebei tegelijk in de middelste beker met het water op kamertemperatuur.

Probeer nu zo goed mogelijk te schatten wat de temperatuur van dit water is. Noteer deze geschatte temperatuur ook in de tabel bij stap 5.

7. Wat merkte je toen je allebei je vingers in het water op kamertemperatuur stopte? Noteer wat je hebt opgemerkt in de waarnemingentabel hieronder.

Waarnemingentabel

Toen ik mijn twee vingers tegelijk in het water op kamertemperatuur stopte, merkte ik dat:

8. Terwijl groepslid 1 zijn/haar waarnemingen opschrijft, gooien de anderen alledrie de bekers leeg. Je docent vertelt je waar jullie dit moeten doen. Daarna vullen jullie de drie bekers opnieuw met warm water, koud water en water op kamertemperatuur.
9. De andere drie groepsleden voeren ook stap 3 tot en met 8 uit. Helemaal op het eind daarvan staan er dus weer 3 bekers met warm water, koud water en water op kamertemperatuur klaar. Deze heb je nodig bij deel 2 van de proef.

Stappenplan deel 2. Temperaturen meten met de temperatuursensor

10. Jullie gaan nu met de hele groep de temperatuur van de drie bekers water meten met de temperatuursensor. Open nu eerst de app en verbind de temperatuursensor met de computer.
- Stop het metalen uiteinde van de temperatuursensor eerst in de beker met koud water. Blijf het grijze deel van de sensor vasthouden. **Let op:** Zorg ervoor dat het grijze deel niet in het water komt!
 - De metingen zijn weer live te volgen op het beeldscherm. Jullie kunnen stoppen met meten als de temperatuur een paar seconden lang hetzelfde blijft. De sensor heeft dan de laagste temperatuur bereikt. Noteer deze temperatuur in de tabel met meetresultaten bij stap 5.

11. Herhaal stap 10 nu 2 keer. Eerst stop je de temperatuursensor in de beker met water op kamertemperatuur. Daarna stop je de temperatuursensor in de beker met warm water. Stop iedere keer met meten als de temperatuur een paar seconden lang hetzelfde blijft.

Analyseren van je data

Kijk goed naar de tabel met meetresultaten bij stap 5. Beantwoord aan de hand daarvan de vragen hieronder.

1	Bepaal voor alledrie de bekiers water het verschil tussen de temperatuur die je hebt geschat en de temperatuur die jullie hebben gemeten met de temperatuursensor. Noteer de temperatuurverschillen in de tabel met meetresultaten bij stap 5.
2	Was er bij jou veel verschil tussen je geschatte temperaturen en de gemeten temperaturen? Of zat je er juist heel dichtbij? Bij welke beker was het verschil bij jou het grootst: bij de beker met koud water, bij de beker met warm water of bij de beker met water op kamertemperatuur? Was dit bij iedereen in de groep hetzelfde?
3	Is voelen met je vingers volgens jou een goede manier om de temperatuur te bepalen? Waarom wel of niet?

4	Is het volgens jou beter om temperaturen te meten met een thermometer, zoals de automatische temperatuursensor? Waarom wel of niet?
5	Kijk nog eens goed naar wat je hebt opgeschreven in de waarnemingentabel bij stap 7. Vergelijk jouw waarnemingen nu met die van de anderen in je groep. Hebben jullie hetzelfde gemerkt? Wat denken jullie dat er aan de hand was?