**Zwart of wit**

[subtitel] Verschillen tussen opwarmen en afkoelen

[onderwerpsymbool GS]

[B]

Tijd

15 – 30 minuten

Bereik

Bovenbouw/ onderbouw

[inleidend kader]

Een eenvoudige demonstratie van opwarmen en afkoelen van een zwarte en een witte reageerbuis. Bij het opwarmen geven de leerlingen veelal een goede voorspelling. Bij het afkoelen echter zullen zij zich veelal laten leiden door de stelling ”sneller opwarmen zal ook wel sneller afkoelen”. Die stelling gaat echter niet op.

[eind kader]

[NV15\_Figuur\_1] [NV15\_Figuur\_2] [NV15\_Figuur\_3]

*Figuur 1. De witte en zwarte reageerbuis in de houder beide verwarmt door de gloeilamp.*

*Figuur 2. De reageerbuizen gevuld met warm water en temperatuursensoren aangesloten op een* *CoachLabII+*

*Figuur 3. De afkoelende reageerbuisbuizen stralen evenveel in het infrarood.*

**Nodig**

Witte en zwarte reageerbuis in een houder (bijvoorbeeld omgeven met wit en zwart papier); een gloeilamp (> 40 W) of een halogeenspot met een hoog vermogen; 2 temperatuursensoren; CoachLab en computer; twee rubberen stoppen met gat; waterkoker; maatcilinder om 20 mL water af te meten.

**Voorbereiding**

Deel 1: Zet de gloeilamp op ongeveer 20 cm afstand voor de reageerbuizen.

Steek de temperatuursensoren door de rubberen stoppen en plaats ze in de reageerbuizen. Sluit de temperatuursensoren aan op een Coach interface. Stel in Coach 7 een meting van 10 minuten in.

Deel 2: Verwarm water in een waterkoker. Giet het warme water in de maatcilinder. Giet 20 mL water in elke reageerbuis. Stop de temperatuursensoren in de reageerbuizen.

**Uitvoering**

Deel 1:

1. Geef een intro over de proef. Je kunt vertellen over absorptie van licht door verschillend gekleurde objecten.
2. *Voorspel in welke reageerbuis de lucht het snelste opwarmt en waarom.*
3. Bespreek de resultaten met de leerlingen.

Deel 2:

1. Leg uit dat je de reageerbuizen nu gaat vullen met warm water en dan de afkoeling gaat meten.
2. *Voorspel in welke reageerbuis het water het snelst afkoelt en waarom.*
3. Voer de proef uit.
4. Bespreek de uitkomsten van de proef met de leerlingen.
5. Controlevraag: *Maakt het uit welke kleur de radiatoren in een huis hebben?*

**Natuurkundige achtergrond**

In het infrarood zullen zowel de witte als zwarte verf evenveel straling absorberen. Omdat de zwarte reageerbuis in het zichtbare deel meer straling absorbeert zal deze sneller in temperatuur stijgen.

Als objecten ir-straling gaan uitzenden is het heel ander verhaal. De emissiviteit van een object bepaalt hoe goed het object ir-straling kan uitzenden. Aangezien de emissiviteit van witte en zwarte verf nagenoeg gelijk is zullen ze evenveel ir-straling uitzenden en dus even snel afkoelen. (Bartels, 1990)

[NV15\_Figuur\_4\_300dpi]

*Figuur 4. Opwarmen en afkoelen van de twee reageerbuizen. Bij het afkoelen is de witte reageerbuis iets warmer, maar de afkoelingskromme is vrijwel identiek aan die van de zwarte reageerbuis. Om het verschil van afkoelen duidelijk zichtbaar te maken is de (T,t)-grafiek van de witte buis iets eerder gestart.*

**Tips**

Je kunt video-streamen met de FLIR-ir-camera zodat er ook duidelijk te zien is dat de reageerbuizen in temperatuur verschillen in deel 1 en ongeveer gelijk van temperatuur zijn en blijven in deel 2 (zie figuur 4).

Gebruik een halogeenspotje of een lampenkap om het licht beter te richten anders verblind je de leerlingen en zien ze de proef niet zo duidelijk.

**Bron:**

Bartels, Richard A., *Do darker objects really cool faster*?, American Journal of Physics 58, 244 (1990)