

Suggesties voor demo's warmte

Paragraaf 1

Demo geleiding

Met een staaf die aan een kant verwarmd wordt (de blokjes vallen er een voor een af).

Demo stroming

Gebruik de buis waarin de vloeistof kan rondstromen. Gebruik kaliumpermanganaat om de beweging van het water zichtbaar te maken.

Demo straling

Gebruik de IR-lamp

Demo water aan de kook brengen in een reageerbuis

Vul een reageerbuis voor 80-90% met water.

Geef een leerling de opdracht het water aan de kook te brengen met een gasvlam.

Waarschijnlijk lukt hem dat niet omdat hij de reageerbuis aan de onderkant verwarmt en de reageerbuis aan de bovenkant vasthoudt. Door de stroming van het water wordt de bovenkant ook warm.

Oplossing: houd de reageerbuis aan de onderkant vast en verwarm de bovenste lagen van het water. Er zal nu geen stroming plaats vinden.

Demo geleiding in koperen en in houten staafje

Breng zowel een koperen staafje als een houten staafje in kokend water.

Voorkom dat de staafjes nat worden door ze van te voren in een plastic boterhamzakje te steken. Laat de staafjes daarna door iemand vast houden. Het koperen staafje voelt veel warmer aan.

Demo geleiding in metalen gaasje

Plaats een metalen gaasje boven een brander (bijvoorbeeld 4 centimeter erboven). Laat gas uit de brander stromen. Steek het gas BOVEN het gaasje aan. Dan zal er boven het gaasje een vlam ontstaan terwijl het gas onder het gaasje niet brandt. Dit komt doordat de warmte van de vlam snel door het gaasje wordt afgevoerd naar de randen van het gaasje. Op deze manier zal het gas onder het gaasje onder de ontbrandingstemperatuur blijven.

Paragraaf 2

Demo verhitten schroef

Verduister het lokaal. Houd de kop van een schroef of spijker in een hete vlam totdat hij 'wit(rood)heet' is. De uitstraling van de schroef is dan goed te zien tegen een donkere achtergrond. Tijdens het afkoelen verkleurt de schroef in de richting van het rood.

Demo straling door twee holle spiegels tegenover elkaar te zetten (op bijv. 2 m afstand).

In het ene brandpunt een hete kogel. In het andere brandpunt een hand (wordt heet!).

De ene spiegel (met kogel) kan worden vervangen door een IR-lamp (met gloeispiraal).

Demo uitzenden van warmtestraling

Doe de proef met de ronddraaiende pan die aan een kant beschilderd is (zie leestekst)

Demo absorptie bij IR-lamp

Houdt afwisselend een stuk aluminiumfolie en een stuk zwart papier voor een IR-lamp. Laat de leerlingen de achterkant van het aluminiumfolie en de achterkant van het zwarte papier voelen. Ten gevolge van de absorptie voelt het papier veel warmer aan.

Demo absorptie boven overheadprojector

Neem een leerling als proefpersoon. Blinddoek hem. Verf zijn ene hand wit en zijn andere hand zwart. Houd eerst zijn witte hand boven de overheadprojector op de plaats waar de lichtstralen samenkomen. Doe daarna hetzelfde met zijn zwarte hand. De zwarte hand wordt veel warmer en de leerling trekt deze al heel snel weg.

Demo thermosfles

Wijs leerlingen op het metaallaagje (tegen stralingsverliezen) en het vacuüm (geen geleiding en geen stroming).

Demo emissie door verschillende oppervlakken

Verhit een metalen kogel met een glanzend metaaloppervlak.

Verhit ook een metalen kogel met een zwart dof oppervlak.

De tweede kogel koelt sneller af.

Demo invloed temperatuur op spectrum gloeilamp (door tralie kijken)

Sluit een gloeilamp aan op een variabele spanningsbron met toenemende spanning. Zonder tralie zie je dat de lamp steeds feller en steeds witter wordt. Als je door een tralie kijkt, zie je dat het uitgezonden spectrum verschuift. Er komen steeds meer kleuren bij aan de violette kant.

Paragraaf 3

Demo applet uitgestraald energiespectrum van zwart lichaam

Bij een toename van de temperatuur neemt de oppervlakte onder de curve toe (dus een hoger uitgestraald vermogen) en verschuift de piek naar een kleinere golflengte.

Demo transmissie van het nabije IR door glas

Ga naar buiten en voel de stralingswarmte van de zon in je gezicht.

Houd daarna een glasplaat voor je gezicht. De warmte in je gezicht blijft.

Demo absorptie van het verre IR door glas

Laat een IR-lamp afwisselend wel en niet door een glazen deur schijnen.

Als er glas tussen de IR-lamp en de leerlingen zit voelt de IR-lamp veel minder warm aan.

Steek een stuk papier met zonnestralen in brand. Gebruik een holle spiegel en een vergrootglas. Met de holle spiegel gaat het veel sneller (deze vangt meer stralen op).

Demo afstandsbediening TV

Deze gebruikt nabij IR en gaat dus door glas.

Paragraaf 4

Demo: hoeveel warmte is 1 joule? Versie 1

Laat 20 microliter (20 μL) water van 49 $^{\circ}\text{C}$ op de tong van iedere leerling vallen.

Gebruik hierbij een micropipet van 20 microliter.

Achterliggende berekening.

$$20 \mu\text{L} \equiv 20 \text{ mg}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 0,020 \text{ g} \cdot (49 - 37) ^{\circ}\text{C} = 1 \text{ J}$$

Demo: hoeveel warmte is 1 joule? Versie 2

Laat 2,5 microliter (2,5 $\mu\text{L} = 2,5 \text{ mm}^3 = 0,0025 \text{ cm}^3$) aceton op ieders hand verdampen.

Achterliggende berekening.

Aceton heeft een verdampingswarmte van 515 J/g en een dichtheid van 0,79 g/cm³.

$$\text{Dus } Q = 515 \text{ J/g} \times 0,79 \text{ g/cm}^3 \times 0,0025 \text{ cm}^3 = 1 \text{ J}$$

Demo mengen koude slaolie en heet water

Breng 50 mL slaolie van 20 graden in een bekersglas (gebruik maatverdeling op glas).

Voeg 50 mL kokend water (100 graden) toe (bijschenken tot streepje van 100 mL).

Roer goed en meet de eindtemperatuur. Deze is veel hoger dan 60 graden (= gemiddelde van de begintemperaturen). De oorzaak is dat de soortelijke warmte van water veel hoger is.

Overigens zou de proef veel eerlijker zijn als niet de volumina maar de massa's in het begin gelijk zouden zijn. Het verschil in dichtheid is echter niet zo groot (die van slaolie is ongeveer 10% kleiner).

Laat een ijsklontje smelten op een klomp koper (bijvoorbeeld een koperbaar van 1 kg)

Het ijsklontje smelt zeer snel. Dit smelttempo wordt bepaald door twee stoffeigenschappen van koper namelijk a) de warmtegeleidbaarheid en b) de soortelijke warmte. Met name is de warmtegeleidbaarheid van koper heel goed.

Leerlingenpractica

Bepaling van de soortelijke warmte van water met dompelaar

Bepaling van het rendement van een kaarsvlam bij het verwarmen van een bakje met water

Paragraaf 5

Demo bepaling temperatuur van gasvlam

Houd een stalen schroef of bout (de soortelijke warmte van ijzer is 0,46 J/g $^{\circ}\text{C}$) in een gasvlam totdat hij de temperatuur van de vlam heeft aangenomen. Gooi hem daarna in een bekersglas met water. Bereken uit de temperatuurstijging van het water de oorspronkelijke temperatuur van de vlam. Bespreek de oorzaken van fouten in de uitkomst.

Leerlingenpracticum

Bepaling van de temperatuur van een gasvlam