**Jelmer van Diepen**

**Balletje Tik**

[subtitel]Omzetting van kinetische energie naar warmte

[onderwerpsymbool] ME

[B]

Tijd

5 minuten

Bereik: onderbouw

[inleidend kader]

De omzetting van kinetische energie naar warmte komt veel voor. In deze demonstratie zie je dat de warmte die vrijkomt bij het tegen elkaar aan slaan van twee metalen kogels leidt tot een dusdanig hoge temperatuur dat papier kan verbranden en aluminiumfolie kan vervormen.

[eind kader]

[WoS03\_figuur1] *Figuur 1. Situatie vlak voor het slaan.*

[WoS03\_figuur2] *Figuur 2. Boven: het resulterende gaatje in het papier met schroeirandje. Onder: het golfpatroon in aluminiumfolie.*

**Nodig**

Twee 500g stalen ballen met een diameter van 5 cm; A4 papier; aluminiumfolie

**Voorbereiding**

Geen

**Uitvoering**

Ter introductie sla je de kogels tegen elkaar zonder iets ertussen met een snelheid die vergelijkbaar is met applaudisseren. *Waar blijft de energie die ik er constant in stop door het heen en weer bewegen?*

Leerlingen zullen vermoedelijk geluid noemen, sommigen zullen zeggen dat de energie verdwijnt. Misschien noemen een aantal leerlingen ook dat er warmte ontstaat.

*Hoe zou je dat kunnen bewijzen?* Er zullen misschien suggesties zijn om de temperatuur van de stalen ballen te meten, maar dat is erg lastig. Er is een andere manier die aannemelijk maakt dat er warmte ontstaat

Vraag iemand om te assisteren en het A4 papier verticaal vast te houden tussen de kogels in en sla de kogels tegen elkaar (zie figuur 1). Je kunt ervoor kiezen dit eenmalig te doen of herhaaldelijk op verschillende plekken op het papier. Je zult kleine gaatjes in het papier zien (zie figuur 2 boven). Vraag je de assistent aan het papier ruiken. Deze zal duidelijk een brandlucht waarnemen.

In het tweede deel van het practicum vraag je de assisterende leerling om een vel aluminiumfolie verticaal tussen de botsende ballen te houden. Met dezelfde beweging als in het eerste deel sla je de metalen kogels tegen elkaar aan. Op de plek waar de ballen elkaar raken, is nu een golfpatroon te zien (zie figuur 2 onder).

**Natuurkundige achtergrond**

Kinetische energie wordt omgezet in warmte. Dit is bij inelastische botsingen vaak het geval. Denk aan een meteoriet die op het aardoppervlak stort. Bij de demonstratie met het papier is de warmte voldoende om de ontbrandingstemperatuur van het papier te bereiken en het dus te verbranden. Die verbranding stopt weer snel doordat de warmtetoevoer naar de omgeving te klein is door de korte duur van de botsing.

Het ontstaan van de schokgolf in het aluminium is iets lastiger te verklaren. De verklaring die online het meest gegeven wordt, is dat het aluminium door de warmte kortstondig smelt en direct weer stolt, Hierdoor wordt de lopende golf, ontstaan tijdens de botsing, als het ware bevroren.

De massa van de kogels en het contactoppervlak zijn hier van groot belang. Bij een te kleine massa zal er niet genoeg kinetische energie zijn om het papier te laten branden of een waarneembare golf te produceren. Dit is eveneens het geval als het contactoppervlak te groot is. In dat geval wordt de kinetische energie wel omgezet in voldoende warmte, maar doordat die warmte wordt verdeeld over een te groot oppervlak wordt de ontbrandingstemperatuur niet bereikt.

**Tips**

Je kunt, om te laten zien dat het kleine contactoppervlak van essentieel belang is, een hamer op een stalen ondergrond slaan. Deze zal geen verbranding of schokgolf laten zien.

**Verder onderzoek**

Interessant zou zijn om te onderzoeken of de verklaring voor het waargenomen golfpatroon bij het aluminium inderdaad de juiste is. Wie verzint een experiment en voert het uit?