



Veiligheid en stroomsterkte

De stroomsterkte die door je lichaam loopt wanneer je een Energy Stick activeert, bedraagt **minder dan 1 micro-ampère** (vaak rond de 0,1 tot 0,5 μA).

Dit minuscule stroompje is de reden waarom het speelgoed volkomen veilig is.

- Extreem gevoelige transistor: De Darlington-transistor binnenin de stick heeft een enorme versterkingsfactor. Hierdoor heeft de stick aan een fractie van één micro-ampère al genoeg om te registreren dat de stroomkring gesloten is!
- Wat verbruikt de stick intern? Zodra de transistor de schakelaar omzet, verbruikt de stick zélf (voor de interne ledlampjes en de zoemer) een paar milli-ampère (mA). Die stroom komt echter rechtstreeks uit de ingebouwde knoopcelbatterijen en blijft **volledig binnen de plastic huls**; daar merk jij aan de buitenkant niets van.
- Volstrekt onvoelbaar: Mensen kunnen wisselstroom pas vanaf ongeveer 1.000 micro-ampère (1 mA) heel lichtjes beginnen te voelen als een tinteling. De stroom die door je huid reist bij de Energy Stick ligt daar dus **duizenden malen onder**, waardoor je er absoluut niets van voelt.



Hieronder staan vijf leuke en leerzame proefjes die je direct met de Energy Stick kunt uitvoeren om te ontdekken **welke materialen elektriciteit geleiden en hoe stroomkringen werken!**

1. Het Menselijke Circuit (Groepsexperiment voor workshops en klaslokalen)

- Wat test je: Geleiding door meerdere personen.
- Hoe doe je het: Ga in een cirkel staan met een groep vrienden of klasgenoten. Persoon A houdt de ene metalen kant van de Energy Stick vast, en persoon B de andere kant. Nu moet de cirkel gesloten worden: iedereen geeft elkaar een hand.
- Wat gebeurt er? Zodra de laatste twee mensen elkaars hand vastpakken, gaat de stick af. Laat één iemand los? Dan stopt de stick meteen. Zo zie je hoe stroom door een hele groep mensen kan reizen.
- Gebruik deze test voor groepsvorming: de groep is zo sterk als de zwakste schakel.

2. Geleider of Isolator? (De materialentest)

- Wat test je: Welke alledaagse voorwerpen elektriciteit doorlaten.
- Hoe doe je het: Houd met je linkerhand de linkerkant van de Energy Stick vast. Pak met je rechterhand een voorwerp vast (bijvoorbeeld een metalen lepel). Druk nu het voorwerp tegen de rechterkant van de Energy Stick aan. Probeer dit met verschillende materialen:

- Metalen voorwerpen (muntjes, aluminiumfolie, een sleutel)
- Plastic voorwerpen (een pen, een plastic bekertje)
- Hout of papier (een potlood, een boek)

Wat gebeurt er: Bij metalen voorwerpen gaat de stick direct zoemen (geleiders). Bij plastic, hout en droog papier gebeurt er niets (isolatoren).

3. De Water- en Vloeistofmeter (en waarom je voorzichtig moet zijn met elektriciteit in de badkamer!)

- Wat test je: Of water elektriciteit geleidt en of het uitmaakt wat erin zit.
- Hoe doe je het: Vul een glas met kraanwater. Houd met één hand het ene uiteinde van de stick vast en steek een vinger van je andere hand in het water. Druk het andere uiteinde van de stick nu tegen de buitenkant van een metalen lepel die je ook in het water hangt (zorg dat de stick zelf droog blijft!).
- Volgende stap: Probeer hetzelfde met gedestilleerd water (werkt vaak niet), en gooi daarna eens een flinke schep zout in het water.
- Wat gebeurt er: Kraanwater geleidt een beetje, maar zodra je er zout aan toevoegt (zout water), gaat de stick veel harder af omdat de zoutionen de stroom supergoed geleiden.

4. De "Geheime Code" Handdruk

- Wat test je: Weerstand en de gevoeligheid van de stick.
- Hoe doe je het: Werk in tweetallen. Beiden houden één kant van de stick vast. Geef elkaar nu een high-five, raak elkaars elleboog aan, of raak elkaars vingertoppen heel lichtjes aan.
- Wat gebeurt er: Je kunt de stick gebruiken om morsecode te knippen door elkaars hand heel snel achter elkaar aan te raken en los te laten. Je zult ook merken dat als je elkaars huid heel lichtjes aanraakt (veel weerstand), de leds soms wat zwakker branden dan wanneer je elkaars hand stevig vastknijpt (goede geleiding).

5. De Levende Boom & Huisdier Test

- Wat test je: Of de natuur en je huisdier stroom geleiden.
- Hoe doe je het: Houd één kant van de stick vast en leg je andere hand op de stam van een levende kamerplant of een boom buiten. Vraag iemand anders om de andere kant van de stick vast te houden en ook de boom aan te raken. Dit kun je ook voorzichtig proberen door de droge poot of vacht van een huisdier te aaien terwijl je de stick vasthoudt en de stroomkring sluit.
- Wat gebeurt er: Omdat levende planten en bomen vol zitten met water en sappen (vocht) en ook huisdieren bestaan voor een groot deel uit water, sluiten ze de stroomkring en zoemt de stick en geeft licht!



Natuurkunde en elektriciteit

Om te begrijpen **waarom** de Energy Stick oplicht, moeten we kijken naar de **natuurkunde** op atomair niveau. In de basis draait elektrische geleiding om de verplaatsing van elektrische lading, die wordt gedragen door microscopisch kleine deeltjes: elektronen of ionen.

Hier zijn de belangrijkste natuurkundige principes die hierbij een rol spelen:

1. Wat is elektrische stroom?

Stroom is simpelweg de **netto verplaatsing van elektrische lading**.

- In vaste stoffen (zoals de koperen draden in je muren of de metalen uiteinden van de stick) wordt deze lading gedragen door **elektronen**.
- In vloeistoffen (zoals het water in je lichaam) wordt de lading gedragen door **ionen** (atomen die een elektron te veel of te weinig hebben en daardoor elektrisch geladen zijn).

2. Het verschil tussen Geleiders en Isolatoren

Waarom geleidt een metalen lepel wel, maar een plastic pen niet? Dit heeft te maken met de **atoomstructuur** van het materiaal:

Type materiaal	Gedrag van elektronen	Voorbeelden
Geleiders	Bezitten een 'zee' van vrije elektronen die niet strak aan één atoomkern vastzitten. Ze kunnen gemakkelijk door het materiaal bewegen als er een spanning wordt aangelegd.	Koper, ijzer, aluminium, goud.
Isolatoren	De elektronen zitten extreem stevig vast aan hun atomen. Er zijn vrijwel geen vrije elektronen die zich kunnen verplaatsen.	Plastic, rubber, glas, droog hout.

3. Waarom geleidt het menselijk lichaam?

Het menselijk lichaam bestaat voor zo'n 60% uit water, maar puur water (H_2O) geleidt elektriciteit eigenlijk heel slecht. Waarom werkt de Energy Stick dan toch via jouw huid?

Dit komt doordat het vocht in je lichaam en op je huid vol zit met **opgeloste zouten en mineralen** (zoals natrium, kalium en chloride). In water splitsen deze zouten zich op in positief en negatief geladen **ionen**. Wanneer je de uiteinden van de Energy Stick aanraakt, gaan deze ionen in je lichaamshuid bewegen: de positieve ionen trekken naar de negatieve pool, en de negatieve ionen naar de positieve pool. Deze ionenbeweging *is* de elektrische stroom die de stick activeert.

4. De Wet van Ohm en Weerstand

De mate waarin een materiaal stroom tegenhoudt, noemen we **elektrische weerstand** (gemeten in Ohm, Ω). Dit wordt beschreven door de **Wet van Ohm**.

- Droge menselijke huid heeft een relatief **hoge weerstand** (vaak tussen de 10.000 en 100.000 Ω).
- De Energy Stick werkt op een heel kleine batterij (lage spanning, V).
- Omdat de weerstand van je huid hoog is en de spanning laag, is de stroomsterkte (I) die door je lichaam loopt **extreem klein** (slechts enkele micro-ampères). Dit is de reden waarom het volstrekt veilig is en je er absoluut niets van voelt.

5. De rol van de Darlington-transistor

Omdat de stroom die door je huid loopt zo onvoorstelbaar zwak is, zou een normaal lampje hier nooit op branden. Binnenin de Energy Stick zit daarom een speciaal elektronisch component: een **Darlington-transistor** (of een vergelijkbaar versterkercircuit).

Dit circuit werkt als een elektronische **versterker** met een **gigantische gevoeligheid**. Het minuscule stroompje dat door jouw lichaam reist, fungeert als een 'schakelaar'. De transistor detecteert dit stroompje en zet hiermee de sluis wijd open voor de *interne* stroom van de batterij, die vervolgens de leds en de zoemer vol laat werken.