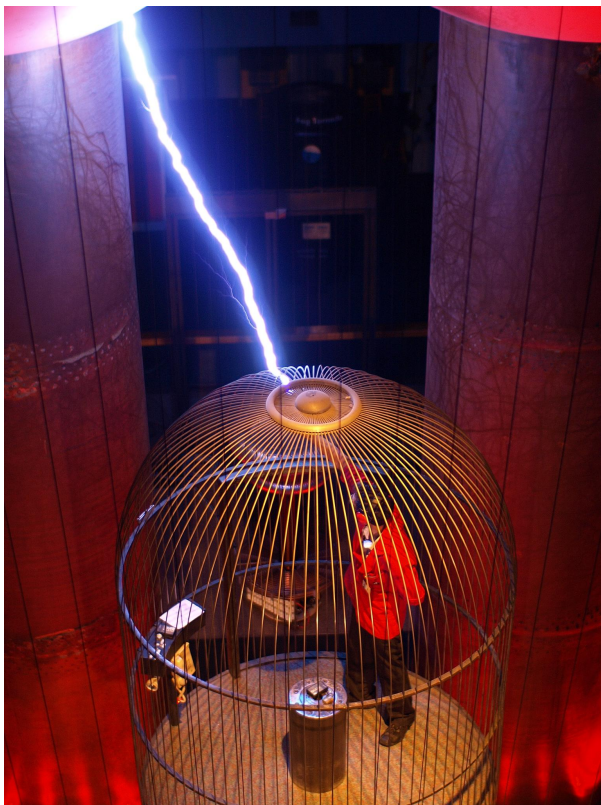


De kooi van Faraday

Je kent het vast wel: je stapt in de lift en ineens heeft je telefoon geen bereik meer. Of misschien heb je weleens gehoord dat je binnenin een auto of vliegtuig veilig beschermd bent tegen blikseminslagen. Herken je deze fenomenen? Het zijn allemaal voorbeelden van zogenaamde ‘kooien van Faraday’.



Afbeelding 1. Een kooi van Faraday. De persoon in de kooi is veilig voor de elektrische ontlading aan de buitenkant. Foto: [Alex Healing](#).

Geleidende materialen blijken, behalve natuurlijk dat ze elektriciteit kunnen geleiden, nog een bijzondere eigenschap te hebben. Een holle geleider schermt de ruimte die erdoor omhuld wordt namelijk af van externe elektromagnetische velden.

Van Franklin naar Faraday

Benjamin Franklin kwam al in 1755 in aanraking met dit fenomeen. Hij liet een balletje van

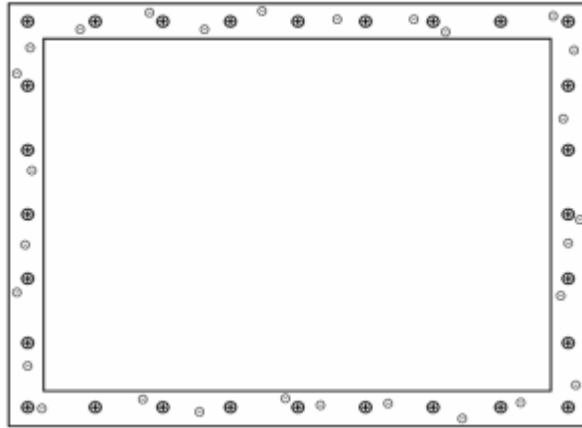
kurk, hangend aan een zijden draadje, langzaam zakken in een elektrisch geladen metalen blikje. Als hij ditzelfde deed aan de *buitenkant* van het blikje, trok het blik het balletje aan. Maar met het balletje aan de *binnenkant* bleek het niet meer aangetrokken te worden tot het blikje. Franklins conclusie: de lading van het blikje kan alleen andere ladingen *buiten* dat blikje beïnvloeden.

Later, in 1836, besepte Michael Faraday dat Franklins waarneming verklaard kan worden doordat een overschot aan elektrische lading zich alleen op de buitenkant van een geleider kan bevinden, en dat deze lading geen invloed kan hebben op het elektromagnetisch veld binnenin de geleider. Om deze ideeën te testen bekleedde hij een kamer volledig met aluminiumfolie, om vervolgens statische ontladingen buiten deze kamer te creëren, en dan te kijken of hij die ontladingen kon meten binnenin de kamer.

Ladingen hergroeperen

Hoe kan dit fenomeen nu precies verklaard worden? Het idee is dat de elektronen in de geleider zich altijd zodanig groeperen dat ze de effecten van elektrische ladingen buiten de geleider tenietdoen. Dit kun je begrijpen aan de hand van het volgende voorbeeld. Stel dat iemand een positieve puntlading in de buurt brengt van een (neutraal geladen) metalen doosje. Dan zullen negatieve ladingen zich naar de puntlading toe bewegen (verschillende ladingen trekken elkaar immers aan), terwijl er juist positieve ladingen naar de andere kant van het doosje bewegen – gelijke ladingen stoten elkaar af. We kunnen vervolgens de bijdragen van ieder van deze ladingsverdelingen aan het elektromagnetisch veld optellen, en binnenin de geleider blijkt de bijdrage van de ladingen op de geleider dan precies weg te vallen tegen die van de puntlading.

Dat alle bijdragen exact tegen elkaar wegvallen is niet heel eenvoudig in te zien, maar misschien wel intuïtief duidelijk: als de bijdragen namelijk *niet* tegen elkaar weg zouden vallen zou er binnenin de geleider een netto elektrisch veld “over zijn”, en dat zou de buitenste positieve ladingen nog wat verder wegduwen en de negatieve aantrekken – net zolang tot er een evenwicht bereikt is zonder netto inwendig veld.



Afbeelding 2. De werking van de kooi. Als zich (ver weg) links een positieve lading bevindt, zullen zich aan die kant van de kooi meer negatieve ladingen verzamelen en rechts meer positieve, net zolang tot het elektrische veld in de kooi gelijk is aan nul. Afbeelding: [Stanislaw Skowron](#).

Overall kooien

De werking van het fenomeen dat Faraday ontdekte, beperkt zich niet tot volledige omhulsels door geleiders, maar kan ook worden toegepast op rasters gemaakt van geleidend materiaal, oftewel een omhulsel met openingen. In die situatie blijken elektromagnetische golven wel te kunnen binnendringen in de kern van de geleider, maar alleen als de golflengte van deze golf veel kleiner is dan de breedte van het raster. Dit verklaart bijvoorbeeld waarom we ons eten wel door het raster in het deurtje van een magnetron kunnen zien, maar toch veilig beschermd zijn tegen de microgolfstraling die ons eten opwarmt. De golflengte van zichtbaar licht is namelijk veel kleiner dan de openingen in het raster, terwijl de golflengte van de microgolfstraling juist veel groter is.

Laat ik tot slot nog enkele van de vele toepassingen van dit effect noemen. Er worden tegenwoordig portemonnees verkocht waarbij de pasjes in een compacte aluminium container zitten, zodat je pasjes beschermd zijn tegen skimmen. MRI-machines maken ook gebruik van het principe van de kooi van Faraday, zowel om binnenin de machine geen last te hebben van straling van buiten als omgekeerd. Televisiesignalen die via coaxkabels lopen zijn beschermd tegen externe storingen doordat de kern van de kabel omhuld is door een omhullende metalen tube. Je ziet: kooien van Faraday zijn overal om ons heen!