

### Inleiding:

Elektriseermachine is de traditionele naam van een toestel waarmee door wrijving of influentie statisch elektriciteit met een hoge spanning kan worden opgewekt.

We zien dan kleine bliksempjes (vonkjes) tussen de elektroden overspringen.

De eerste “moderne” elektriseermachine werd gemaakt door Otto von Guericke in de zeventiende eeuw. Zijn eenvoudige apparaat bestond uit een bol van zwavel die door middel van een zwengel snel werd rondgedraaid. Als dan iemand zijn handen op de bol legde werd deze door de wrijving elektrisch geladen. Latere modellen gebruikten glazen bollen of glazen schijven. Met deze elektriseermachines was het voor het eerst mogelijk om elektrische lading doelbewust te manipuleren. Een grote verbetering was de uitvinding van de eerste condensator om lading in op te slaan; de Leidse fles\*.

In de 19<sup>e</sup> eeuw werd een nieuw model elektriseermachine ontwikkeld die van influentie tussen twee tegengesteld draaiende schijven gebruik maakt: de machine van James Wimshurst.



*Werking in het kort:* twee perspexschijven die in tegengestelde richting draaien zijn op hun omtrek met geleidende sectoren (tinblad) beplakt. Op elke plaat zijn twee diametraal tegenover elkaar staande spaken verbonden door een geïsoleerde geleider. De spaken bevatten aan de uiteindes koperen borsteltjes. De ladingen worden van de sectoren opgezogen door twee hoefijzervormige geleiders voorzien van koperen borsteltjes. Deze ladingen worden op de kleine condensatoren (Leidse flessen) opgestapeld, en als de lading hoog genoeg is slaat tussen de metalen elektrodeknoppen een krachtige vonk over.

\* De Leidse fles is het eerste type condensator. Deze werd in 1746 in Leiden uitgevonden door Pieter van Musschenbroeck.

De Leidse fles bestaat uit een wijde glazen fles die van buiten met tinfoolie is bekleed. De fles is gevuld met (geleidend) water. Het glas van de fles isoleert en fungeert als diëlektricum. Aan de bovenkant van de fles zit een bolvormige elektrode die in verbinding staat met het water in de fles. Via de bol kan lading worden afgenomen of toegevoerd. Een Leidse fles kan worden opgeladen met een elektriseermachine. Met de lading die opgeslagen is in de Leidse fles kunnen spectaculaire en gevaarlijke experimenten gedaan worden.

## Opbouw van de elektriseermachine

Voorraanzicht

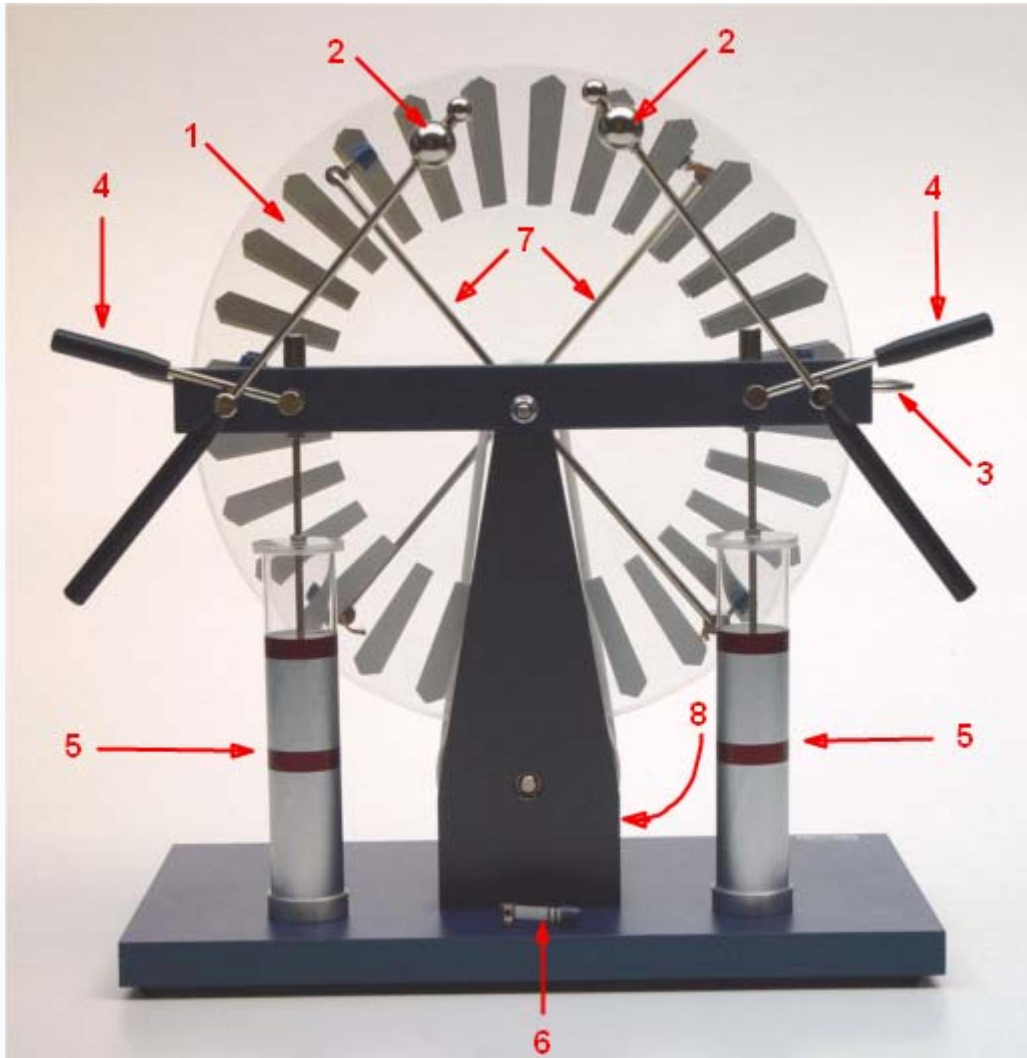


Zijaanzicht



Achteraanzicht





- 1 = Perspex draaischrijven
- 2 = Elektrodeknoppen
- 3 = Geleiders (met koperen borsteltjes)
- 4 = Schakelaar voor Leidse flessen
- 5 = Leidse fles
- 6 = Wisselstroom doorverbinding
- 7 = Spaak (met koperen borsteltjes)
- 8 = Zwengel

## Werking van de elektriseermachine van Wimshurst

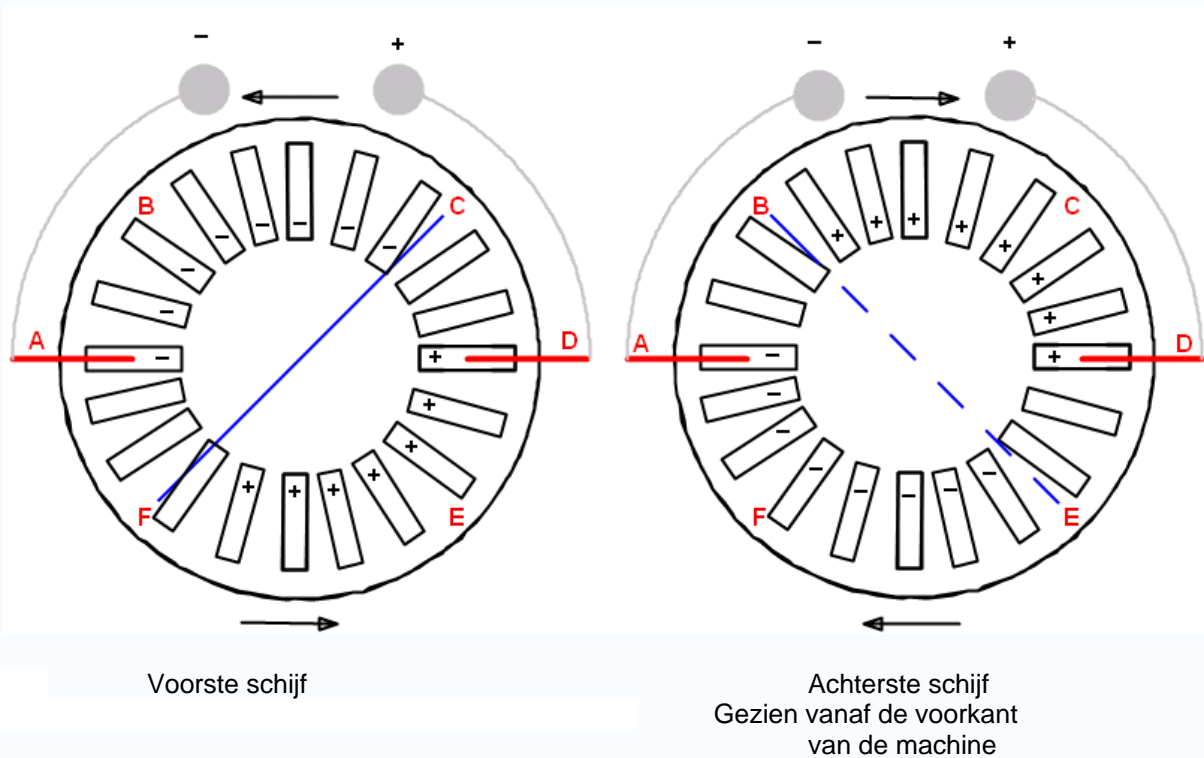
De elektriseermachine van Wimshurst bestaat uit twee perspex schijven (1) die aan de buitenkant met stukjes bladtin beplakt zijn. De schijven worden in tegengestelde richting gedraaid.

Voor de voorste schijf en achter de achterste schijf zijn twee geleidende spaken (7) bevestigd. Zo'n spaak is een stangetje van metaal met aan de uiteindes koperen borsteltjes die de schijven raken. De spaken zijn in een judaskruis geplaatst en hebben een hoek van  $45^\circ$  t.o.v. de horizon.

Om de schijven bevinden zich nog twee hoefijzervormige geleiders (3) die ook voorzien zijn van koperen borsteltjes. De geleiders kunnen verbonden worden aan de Leidse flessen m.b.v. de schakelaar voor Leidse flessen (4). De Leidse flessen staan weer in verbinding met de elektronenknoppen.

(Je kunt de Leidse flessen ook achterwegen laten. De vonken en knallen zijn dan wel een stuk minder heftig)

Schematisch weergegeven:



- A = linker geleider
  - B = spaakpunt achterste schijf
  - C = spaakpunt voorste schijf
  - D = rechter geleider
  - E = spaakpunt achterste schijf
  - F = spaakpunt voorste schijf
- De pijl geeft de draairichting van de schijven aan.

Door de wrijving met de borsteltjes van de spaken ontstaat er een netto lading op de stukjes bladtin.

Stel: één van de stukjes bladtin van de achterste schijf heeft tussen B en C een positieve lading. Het stukje komt dan door draaiing bij punt C. De positieve lading op de achterste schijf werkt influencerend op de voorste schijf op punt C. Het gevolg hiervan is dat de elektronen uit de spaak tussen C en F (aan de voorkant) worden aangetrokken naar punt C. Het bladtin wordt dan negatief geladen terwijl het bladtin dat in F met de spaak in aanraking is, een positieve lading krijgt.

Samengevat gebeurt er dit:

- op de achterste schijf bevindt zich in C een positieve lading.
- door influencerende werking trekt dit op de voorste schijf lading aan in C.
- door aanwezigheid van de spaak tussen punt C en F stroom er negatieve lading naar het bladtin in C en komt er dus positieve lading om het bladtin in punt F.

Als de schijven verder draaien zijn de geladen stukjes bladtin niet meer in aanraking met de spaak. De lading kan niet meer terugstromen. Het gevolg is dat de stukjes bladtin geladen blijven. De lading kan ook niet via de schijf zelf terugstromen omdat deze van perspex is gemaakt. Perspex is een isolator.

De lading die is verzameld op het bladtin wordt ontladen bij de geleider. In ons voorbeeld gaat de negatieve lading in punt C op de voorkant naar de linker geleider A. Daar wordt de negatieve lading doorgegeven aan de elektrodeknop. Het bladtin is nu ontladen en op weg naar punt F op de voorkant. Daar krijgt hij door de influencerende werking een positieve lading die het bladtin behoudt totdat hij bij de rechter geleider D uitkomt. Daar gaan elektronen terug naar het bladtin om ontladen te worden. De elektrodeknop krijgt daardoor ook een steeds positievere lading.

De achterste schijf werkt precies andersom. Door de draaiing van de schijven wordt in de linker elektrodeknop steeds negatiever en de rechter elektrodeknop steeds positiever.

De beide elektrodeknoppen krijgen dus een tegengestelde lading. Worden ze op enige afstand van elkaar gezet dan vindt er ontlading plaats door middel van het overspringen van een vonk. De negatieve lading die van – naar + is overgesprongen verdwijnt weer via de elektrodeknop en de geleider D naar de schijf. Uiteindelijk krijgt de + elektrodeknop weer zo'n grote positieve lading en de – elektrodeknop een negatieve lading dat er weer een vonk overspringt. Dit duurt meestal 5 tot 10 seconden.

Bij voortdurend draaien wordt de lading op de elektrodeknoppen niet steeds groter. Ze neemt toe totdat de potentiaal een bepaalde waarde heeft bereikt. Dan springt de vonk over als de elektrodeknoppen dicht genoeg bij elkaar staan. Staan de elektrodeknoppen te ver uit elkaar dan springt er geen vonk over. De machine kan niet zo'n groot potentiaalverschil leveren als nodig is om de vonk over die afstand te laten overspringen.

Bij droog weer kan de machine een groter potentiaalverschil bereiken dan bij vochtig weer. Bij droog weer lekt de lading op de schijven minder snel weg dan bij vochtig weer. De machine is dan ook het beste te demonstreren wanneer de luchtvochtigheid laag is.

Door gebruik te maken van de Leidse flessen kun je een hoger potentiaalverschil leveren en zullen de knallen en vonken harder en heftiger zijn.

## Waarschuwing!

**Mensen met een pacemaker of hartklachten mogen de elektriseermachine niet bedienen en aanraken. De mogelijke schok kan ervoor zorgen dat de pacemaker storing geeft of zelfs kan uitvallen.**

**Ontlaad de Leidse flessen na gebruik door de elektrodeknoppen tegen elkaar te houden. Let op: dit geeft een ontlading!**