

## Frankrijk en de elektriciteit – een presentje van je docent Natuurkunde voor de Rouen-reis.

Dit presentje is ook te vinden op <https://www.schuttevaar.nl/natuurkunde/leerstof>

De basis van de elektriciteitsleer is door twee Fransen gelegd. Namelijk door de heren Coulomb en Ampère. Zij waren van onschatbare waarde voor de ontwikkeling van de Natuurkunde.

### Coulomb:

Op de [Académie des Sciences](#) in Parijs begon Coulomb zijn onderzoeken naar elektriciteit en magnetisme. Hij won zijn eerste prijs in 1777 met een apparaat om kleine electrostatische krachten te meten, de [torsiebalans](#), een [elektroscoop](#) dus. Zijn wetenschappelijke carrière kwam ten einde rond het aanbreken van de Franse Revolutie in 1789. Charles kreeg twee zonen. Hij stierf op 23 augustus 1806 in [Parijs](#). Hij is een van de [72 Fransen](#) wier namen in reliëf op de [Eiffeltoren](#) zijn aangebracht.

### Wet van Coulomb

Coulomb had ontdekt dat de kracht  $F$  die twee geladen deeltjes  $q_1$  en  $q_2$  op elkaar hebben omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de afstand  $r$  tussen die twee deeltjes. Dit had hij aangetoond met zijn torsiebalans. De grootte van de kracht die de twee ladingen op elkaar uitoefenen voldoet aan:

$$F = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

waarin  $k$  de zogenaamde [constante van Coulomb](#) voorstelt.

In [1777](#) legde Charles Coulomb de laatste hand aan zijn [torsiebalans](#). Hiermee zijn heel kleine elektrische ladingen te meten. Het apparaat bestaat uit twee metalen bollen, een glazen cilinder en een buis. De buis steekt in de cilinder. Een van de bollen zit verankerd in de cilinder, een stukje geleidend materiaal steekt uit. De tweede is aan een staafje met een tegengewicht vrij beweegbaar aan een zilverdraadje in de buis opgehangen.

Het apparaat meet de aantrekkende of afstotende kracht tussen de ladingen aan de hand van de torsie in de ophangdraad. Op een schaal aan de buitenkant van de glazen cilinder is de kracht af te lezen.

### Werken

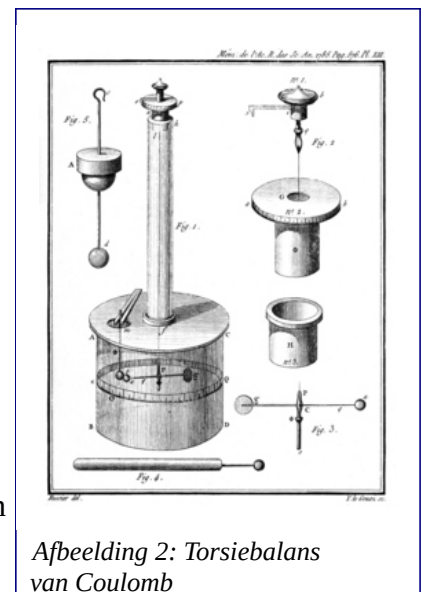
In 1784 verscheen zijn *Recherches théoriques et expérimentales sur la force de torsion et sur l'élasticité des fils de métal* waarin hij de resultaten beschreef van zijn experimenten over de torsiekracht van metaaldraden.

### Ampère:

Op 11 september 1820 hoorde Ampère van [Ørsteds](#) ontdekking dat een kompasnaald van richting verandert als die in de nabijheid van een stroomvoerende geleider wordt gebracht. Geïnteresseerd in de bevinding van de Deen herhaalde Ampère diens experiment onder gecontroleerde omstandigheden. Nog geen week later had hij de wet gevonden die bepaalt hoe en in welke richting de naald afwijkt. Door zijn wiskundige beschrijving van de relatie tussen [magnetisme](#) en

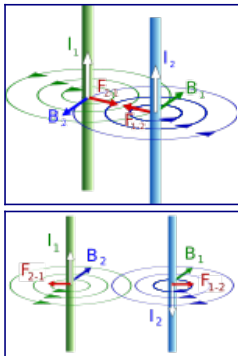


Afbeelding 1:  
Charles-Augustin de Coulomb  
[Angoulême, 14 juni 1736](#)  
[Parijs, 23 augustus 1806](#)



Afbeelding 2: Torsiebalans  
van Coulomb

[elektriciteit](#) wordt hij gezien als een van de grondleggers van de [elektrodynamica](#) en de voorloper van [James Maxwell](#). Tussen 18 september 1820 en 15 januari 1821 presenteerde Ampère iedere week nieuwe ontdekkingen van wat hij noemde "*Électricité dynamique*" of "*électro-dynamique*".<sup>[4]</sup>



Aantrekking (boven) en afstoting (onder) van twee stroomvoerende geleiders

Aan de hand van experimenten ontdekte Ampère dat twee parallelle stroomdraden elkaar aantrekken als de stromen in dezelfde richting lopen, maar elkaar afstoten als ze in tegengestelde richting lopen. Hij concludeerde hieruit dat de draden zich gedroegen als twee staafmagneten waarbij gelijke polen elkaar afstoten en tegengestelde polen elkaar aantrekken. De richting van de stroom bepaalt de polariteit van het magnetisch veld.

Hij ontdekte dat de kracht tussen de draden evenredig was met de beide stroomsterktes en omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand tussen de draden. Dankzij deze formule, later de [wet van Ampère](#)

genoemd, kon de stroom voor het eerst – in termen van krachten en afstanden – gekwantificeerd worden.

Nadat hij de samenhang tussen elektriciteit en magnetisme had onderzocht, raakte hij ervan overtuigd dat de [elektrische stroom](#) de oorsprong moest zijn van alle magnetische verschijnselen. In 1823 publiceerde hij een opmerkelijke theorie: [magnetisme](#) in een [magneet](#) wordt veroorzaakt door ontelbaar veel kleine elektrische stroompjes die in de magneet rondcirkelen. Hiermee was Ampère zijn tijd ver vooruit, want pas 60 jaar na zijn overlijden in 1836 werd – na de ontdekking van het [elektron](#) – aangetoond dat zijn theorie in principe juist was.



Afbeelding 3: Engraving of André-Marie Ampère  
Omgeving Lyon, 20-jan-1775  
[Marseille, 10 juni 1836](#)

### Samenvatting en afsluitende vraag:

Als je 6,24 quintillion ( $6.241509 \times 10^{18}$ ) elektronen uit een metalen bol haalt en ze op een tweede metalen bol deponeert, dan heb je dus twee bollen waarvan de eerste bol precies +1 Coulomb lading heeft en de tweede precies -1 Coulomb. Als je die bollen precies één meter uit elkaar plaats, dan ondervinden deze bollen een aantrekkende kracht van 8.987.551.786 Newton. Je kan daar dan maar beter niet tussenin zitten. Dat is namelijk een gigantische kracht. We noemen deze kracht de “elektrostatische kracht”.

Als je diezelfde hoeveelheid van 6,24 quintillion elektronen per seconde een draad in duwt dan heb je in die draad een stroom lopen van precies 1 Ampère. Als je dan een tweede draad op precies een meter afstand plaatst en daar ook precies 1 Ampère door heen stuurt, dan heb je tussen die draden een kracht van precies 1 Newton (afstotend of aantrekkend, dat ligt aan de richting van de tweede stroom). We noemen die kracht de “elektrodynamische kracht”. Vaak wordt deze kracht ook wel de “magnetische kracht” genoemd.

Het verschil tussen de twee soorten krachten is dat de elektrodynamische kracht alleen optreedt als er ladingen bewegen, zoals in een stroomvoerende draad en dat de elektrostatische kracht vele malen sterker is. Toch gebruiken we in motoren en voor allerlei andere toepassingen juist vooral de magnetische kracht en niet de elektrostatische kracht. **Verzin nu minstens drie redenen waarom dat zo is. Formuleer daarbij in het Frans, alsof je tegen Coulomb en Ampère zelf spreekt.**