Elektrische velden

0.1 Definitie

Net zoals de gravitatiekracht is de elektrische kracht een veldkracht die door de ruimte werkzaam is zonder contact tussen de interagerende objecten (ladingen). Elektrische ladingen trekken mekaar aan of stoten elkaar af. In de omgeving van een bronlading of een ladingsverdeling heerst bijgevolg een elektrisch krachtveld. Dit veld noemt men het elektrisch veld.

Als een positieve testlading Q_0 dit elektrisch veld binnentreedt op een bepaalde plaats in de ruimte, zal er een elektrische kracht $\vec{F}$ op werken. We definiëren dan de elektrische veldvector $\vec{E}$ op een plaats in de ruimte als de elektrische kracht $\vec{F}$ die inwerkt op de positieve testlading Q_0 die op dat punt geplaatst wordt, gedeeld door de testlading:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q_0}.$$

De elektrische veldsterkte is dan gelijk aan $E = \frac{F}{|Q_0|}$. De SI-eenheid van elektrisch veldsterkte is 1 Newton per Coulomb (1 N/C).

Het elektrisch veld is dus de kracht per eenheid lading op een bepaalde plaats. Als we omgekeerd het elektrisch veld op een bepaalde plaats kennen, dan is de kracht die een lading Q op die plaats ondervindt

$$\vec{F} = Q \cdot \vec{E}.$$

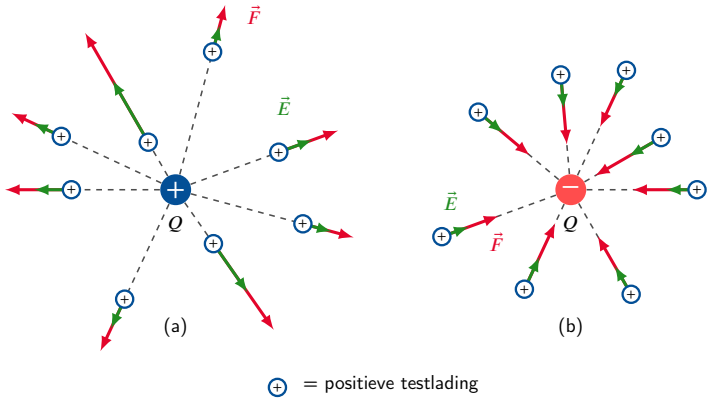
Merk op dat de zin van de kracht afhangt van het teken van de lading Q. Een positieve lading Q ondervindt een kracht met dezelfde richting en zin als het elektrisch veld. Een negatieve lading Q ondervindt een kracht met dezelfde richting, maar tegengestelde zin aan $\vec{E}$.

0.2 Soorten elektrische velden

Indien er slechts één bronlading verantwoordelijk is voor het veld, noemen we het veld een **radiaal veld**. Voor de grootte van het veld van één bronlading Q geldt:

$$E = \frac{F}{|Q_0|} = k \cdot \frac{|Q_0| \cdot |Q|}{r^2 \cdot |Q_0|} = k \cdot \frac{|Q|}{r^2}.$$

Hoe dichter bij de bronlading, hoe sterker het veld. In een radiaal elektrisch veld is het veld dus niet overal even sterk. Op een figuur worden de veldvectoren dus niet allemaal even lang getekend.

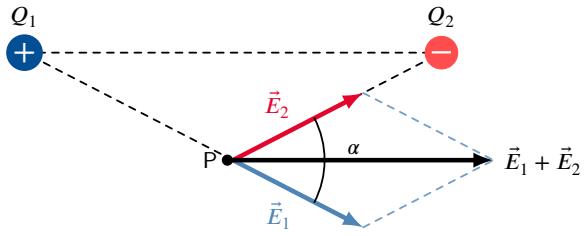


Figuur 1 – Radiaal elektrisch veld van (a) een positieve bronlading en (b) een negatieve bronlading.

Als het veld wel overal even sterk is, spreekt men van een **homogeen elektrisch veld**.

CC BY-NC-SA 4.0

Indien je twee even sterke bronladingen neemt, een positieve en een negatieve, spreekt men van een **dipoolveld**. Het elektrisch veld in een punt van de omgeving is dan een som van twee elektrische velden.

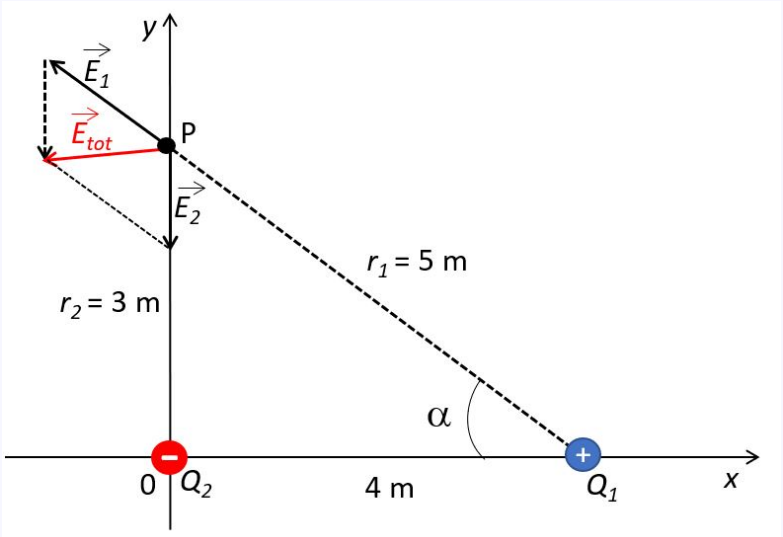


Figuur 2 – De som van twee veldvectoren in een punt P.

De formule voor de som van die twee vectoren is gegeven door

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot \cos\alpha}.$$

Voorbeeld 1 (elektrisch veld)**.** Een lading Q_1 wordt op positie $x = 4,0$ m op de x-as geplaatst. Een tweede lading Q_2 wordt in de oorsprong geplaatst. Als $Q_1 = 75$ nC en $Q_2 = -8$ nC, wat is dan de grootte van het elektrisch veld op de y-as op $y = 3,0$ m?



Figuur 3 – voorbeeld: De som van twee veldvectoren op een bepaalde plaats.

Zoals weergegeven in de figuur zal de totale veldsterkte in het punt P gelijk zijn aan de vectoriële som $\vec{E}_1 + \vec{E}_2$ waarbij $\vec{E}_1$ het veld is veroorzaakt door de positieve lading Q_1 en $\vec{E}_2$ het veld veroorzaakt door de negatieve lading Q_2. De grootte van $\vec{E}_1$ en $\vec{E}_2$:

$$E_1 = \frac{k \cdot |Q_1|}{r_1^2} = \frac{8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 75 \cdot 10^{-9}\text{C}}{5^2\text{m}^2} = 27 \text{ N/C}$$

$$E_2 = \frac{k \cdot |Q_2|}{r_2^2} = \frac{8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 8 \cdot 10^{-9}\text{C}}{3^2\text{m}^2} = 8 \text{ N/C}$$

CC BY-NC-SA 4.0

De vector $\vec{E}_2$ heeft enkel een y-component, de vector $\vec{E}_1$ heeft zowel een x- als een y-component. Nu kunnen we de vectoriële som $\vec{E}_{tot} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ maken.

$$E_{tot,x} = E_{1,x} + E_{2,x} = -27 \cdot \frac{4}{5} = -21,6 \text{ N/C}$$

$$E_{tot,y} = E_{1,y} + E_{2,y} = 27 \cdot \frac{3}{5} - 8 = 8,2 \text{ N/C}$$

$$E_{tot} = \sqrt{E_{tot,x}^2 + E_{tot,y}^2} = \sqrt{21,6^2 + 8,2^2} = 23 \text{ N/C}$$

CC BY-NC-SA 4.0