Clubjes lading

a) Elke lading voelt het veld van de twee andere ladingen ten gevolge van het superpositiebeginsel. De krachten op de ladingen zijn als volgt:

$$\begin{aligned}
\vec{F}_A &= \frac{Q_A}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q_B}{(r_A-r_B)^2}\frac{\vec{r}_A-\vec{r}_B}{|\vec{r}_A-\vec{r}_B|}+\frac{Q_C}{(r_A-r_C)^2}\frac{\vec{r}_A-\vec{r}_C}{|\vec{r}_A-\vec{r}_C|}\right)\\
\vec{F}_B &= \frac{Q_B}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q_A}{(r_B-r_A)^2}\frac{\vec{r}_B-\vec{r}_A}{|\vec{r}_B-\vec{r}_A|}+\frac{Q_C}{(r_B-r_C)^2}\frac{\vec{r}_B-\vec{r}_C}{|\vec{r}_B-\vec{r}_C|}\right)\\
\vec{F}_C &= \frac{Q_C}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q_A}{(r_C-r_A)^2}\frac{\vec{r}_C-\vec{r}_A}{|\vec{r}_C-\vec{r}_A|}+\frac{Q_B}{(r_C-r_B)^2}\frac{\vec{r}_C-\vec{r}_B}{|\vec{r}_C-\vec{r}_B|}\right)
\end{aligned}$$

b) Voor het veld in x geldt de volgende uitdrukking:

$$\vec{E}(x)=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q_A(\vec{r}-\vec{r}_A)}{(\vec{r}-\vec{r}_A)^3}+\frac{Q_B(\vec{r}-\vec{r}_B)}{(\vec{r}-\vec{r}_B)^3}+\frac{Q_C(\vec{r}-\vec{r}_C)}{(\vec{r}-\vec{r}_C)^3}\right)$$

Als we voor $\vec{r}_A=-1\times10^{-4}\hat{x}$, $\vec{r}_C=1\times10^{-4}\hat{x}$ en voor $\vec{r}_B=0\hat{x}$ en de gegeven ladingen invullen kunnen we voor de verschillende x-waarden het veld berekenen:

$x(m)$	$E(x)(V/m)$
0.01	5.4×10^{9}
0.02	3.4×10^{8}
0.03	6.7×10^{7}

Het veld bij $x=2$ cm is 16 keer zo klein als die van bij $x=1$ cm, het veld bij $x=3$ cm is 81 keer zo klein. Rekening houdende met dat $16=2^4$ en dat $81=3^4$ (natuurlijk geldt ook $1=1^4$) kunnen we concluderen dat het veld afneemt met x^4.

c) De configuratie van een watermolecuul is zo, dat er een knik zit in het atoom. Er is een positieve kant (daar waar de waterstofatomen zitten) en een negatieve kant (die van het zuurstof). Hierdoor ontstaat er een dipool P, deze geeft een electrisch veld dat met r^{-3} afneemt. Een koolstofdioxidemolecuul heeft geen knik en lijkt meer op de configuratie van ladingen beschreven in onderdeel *b)* van deze opgave. Het electrisch veld zal dan afvallen met de vierde macht.