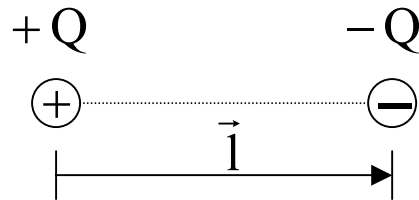


Der Dipol im elektrischen Feld

Der elektrische Dipol



Definition *Dipolmoment*: $\vec{p} = Q\vec{l}$

Die Kraft auf einen Dipol im elektrischen Feld

Allgemein gilt für die Kraftwirkung auf eine Verteilung von n Punktladungen im ortsabhängigen elektrischen Feld :

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n q_i(\vec{r}_i) \vec{E}(\vec{r}_i)$$

Für zwei Ladungen +Q und -Q im Abstand l gilt dann:

$$\vec{F} = Q(\vec{E}(\vec{r}) - \vec{E}(\vec{r} + \vec{l}))$$

Mittels Taylorentwicklung $\vec{E}(\vec{r} + \vec{l}) = \vec{E}(\vec{r}) + \vec{\nabla}(\vec{E} \cdot \vec{l}) + \dots$
vereinfacht sich die Gleichung zu

$$\vec{F} = Q \cdot \vec{\nabla}(\vec{E} \cdot \vec{l}) = \vec{\nabla}(\vec{E} \cdot \vec{p}) = \text{grad}(\vec{E} \cdot \vec{p}) = p \frac{\partial \vec{E}}{\partial l}$$

Die Kraftwirkung auf einen Dipol ist somit proportional zum Gradienten des elektrischen Feldes in Richtung der Dipolachse und zum Dipolmoment.

Die potentielle Energie eines Dipols ergibt sich wegen

$$\vec{F} = -\text{grad}E_{\text{pot}}$$

und

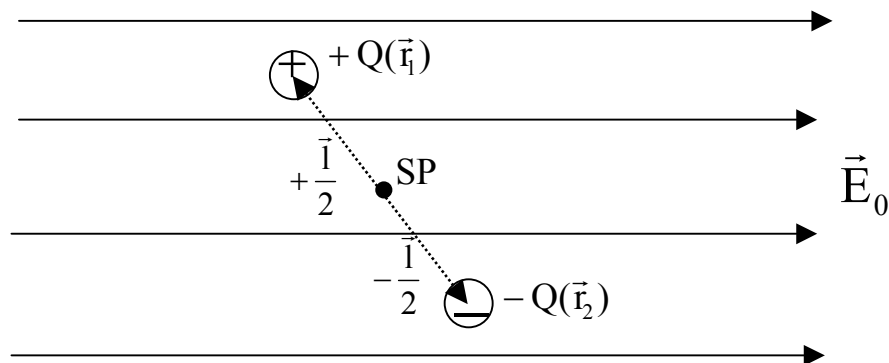
$$\vec{F} = \text{grad}(\vec{E} \cdot \vec{p})$$

zu

$$E_{\text{pot}} = -\vec{E} \cdot \vec{p}$$

Homogenes elektrisches Feld

$$\vec{E}(\vec{r}_1) = \vec{E}(\vec{r}_2)$$



$$\vec{F} = Q(\vec{E}(\vec{r}) - \vec{E}(\vec{r} + \vec{l})) = 0$$

Der Schwerpunkt SP des Dipols bewegt sich nicht, aber wegen

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 = Q\vec{E}$ übt das Feld \vec{E} ein Drehmoment \vec{D} auf den Dipol aus:

$$\vec{D} = \vec{l} \times \vec{F} = Q\vec{l} \times \vec{E} = \vec{p} \times \vec{E}$$

Das Drehmoment bewirkt, dass der Dipol in Feldrichtung orientiert wird.

Inhomogenes elektrisches Feld

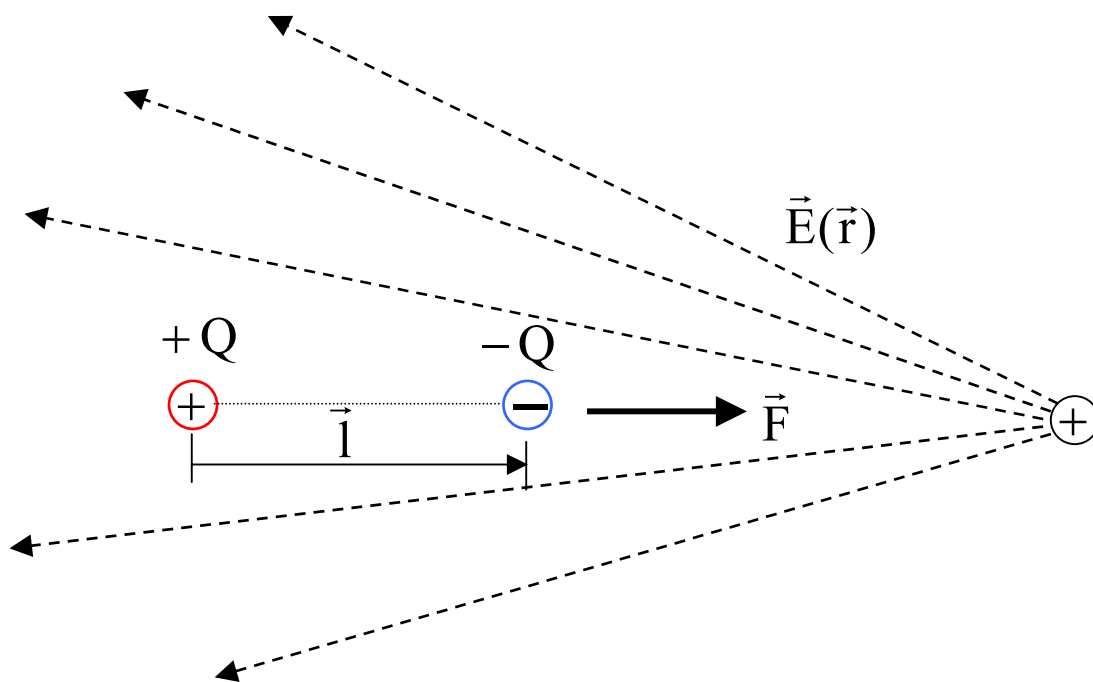
$$\vec{E}(\vec{r}_1) \neq \vec{E}(\vec{r}_2)$$

Wegen

$$\vec{D} = \vec{p} \times \vec{E} \neq 0 \quad \text{und} \quad \vec{F} = \text{grad}(\vec{E} \cdot \vec{p}) = p \frac{\partial \vec{E}}{\partial l} \neq 0$$

wirkt auf den Dipol ein Drehmoment und auf den Schwerpunkt des Dipols eine resultierende Kraft. Dies führt zu folgenden Bewegungen:

- Der Dipol wird im Feld orientiert (Rotation)
- Der Dipol wird im Feld verschoben (Translation)



Der Dipol wird angezogen

(siehe Experiment: Ablenkung eines Wasserstrahles im elektrischen Feld)