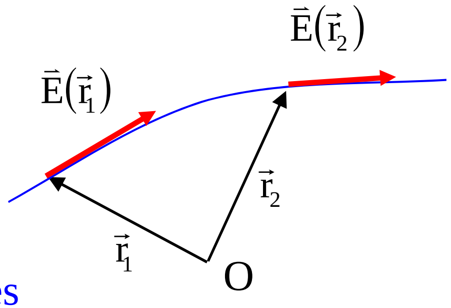
Zusammenfassung vom 19.04.2010

I Ladung und elektrisches Feld

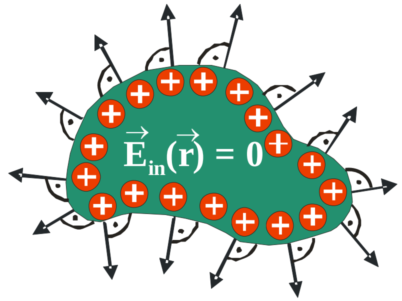


Feldlinien: in jedem Punkt steht das elektrische Feld ***tangential*** zu den Feldlinien

liefern anschauliches ***Bild vom Verlauf*** eines elektr. Feldes

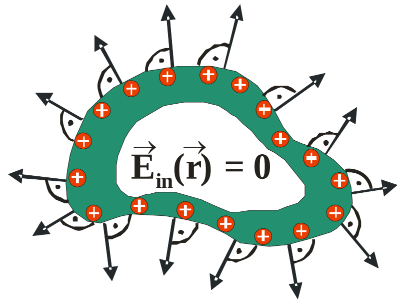
die elektr. Feldlinien laufen immer von ***plus nach minus***

Feldinien***dichte*** ist ein Maß für die ***Stärke*** des elektr. Feldes



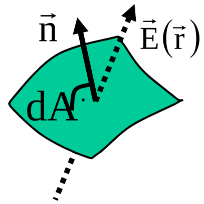
Leiter: das elektr. Feld und die Feldlinien stehen immer ***senkrecht*** zur Oberfläche von Leitern

die Ladung sitzt immer an der ***Oberfläche*** des Leiters (***Flächenladungsdichte!***)



die Flächenladungsdichte ist an Oberflächen eines Leiters umso ***größer***, je stärker diese ***gekrümmt*** ist

im ***Innern*** eines ***Leiters*** und im ***Innern*** eines ***Hohlleiters*** (der keine Ladung umschließt) ist das elektrische Feld stets ***null*** (***Faraday-Käfig!***)



elektrischer Fluss: $d\Phi_{el} = \vec{E}\cdot d\vec{A} = \vec{E}\cdot\vec{n}\, dA \quad \Phi_{el} = \int_A \vec{E}\cdot d\vec{A} \quad [\Phi_{el}] = 1\,\mathrm{Vm}$

$\vec{n}$ = Einheitsvektor
$\perp$ zur Fläche dA

Konvention: für eine geschlossene Oberfläche zeigt $d\vec{A}$ nach außen

Gauß'sches Gesetz:

$$\Phi_{el} = \oint_{A_V} \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{innen}}{\varepsilon_0}$$

A_V = geschlossene Oberfläche um Volumen V

Q_{innen} = im Volumen V eingeschlossene Ladung

Integral-Form

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E}(\vec{r}) = \frac{\rho(\vec{r})}{\varepsilon_0} = \operatorname{div} \vec{E}(\vec{r})$$

$\rho(\vec{r}) = \frac{dq(\vec{r})}{dV}$ = Volumenladungsdichte

$\vec{\nabla} = (\partial/\partial x, \partial/\partial y, \partial/\partial z)$ = Nabla-Operator

differentielle Form („Divergenz von E")

Verständnisfragen:

Feldlinien dienen der Veranschaulichung des Verlaufs des elektrischen Feldes. Welche Information geht dabei im Vergleich zur mathematischen Darstellung $\vec{E}(\vec{r})$ verloren, welche bleibt erhalten und welche kann besonders gut dargestellt werden?

In einer kugelförmigen Box befindet sich eine unbekannte Ladungsmenge. Nun wird der elektrische Fluss gemessen, einmal über eine kugelförmige und einmal über eine würfelförmige Oberfläche, die beide die Box enthalten. Sind die beiden Flussintegrale gleich groß? Wie sieht es aus, wenn nur jeweils exakt über die halbe Oberfläche integriert wird?

In einer Box befindet sich ein elektrischer Dipol, eine weitere, äußerlich identische Box ist jedoch leer. Kann man, ohne die beiden Boxen zu öffnen, herausfinden, welche leer ist? Spielt es hierbei eine Rolle, ob die Boxen aus Metall oder aus einem nichtleitenden Material sind?