1. Gegeben sei das **elektrostatische Feld** $\vec{E} = \left(6xy, 3x^2 - 3y^2, 0\right)$.

a) Man berechne das **Linienintegral** von $\vec{E}$ vom Punkt $(0, 0, 0)$ über den Punkt $(x_1, 0, 0)$ zum Punkt $(x_1, y_1, 0)$. *(Lösung: $\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = 3x_1^2 y_1 - y_1^3$)*

b) Berechnen Sie nun das **Linienintegral** von $\vec{E}$ vom Punkt $(0, 0, 0)$ über den Punkt $(0, y_1, 0)$ zum Punkt $(x_1, y_1, 0)$. *(Lsg.: $\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = 3x_1^2 y_1 - y_1^3$)*

c) Vergleichen Sie die beiden Resultate! Welche physikalische Bedeutung hat das Linienintegral $\int \vec{E} \cdot d\vec{s}$?

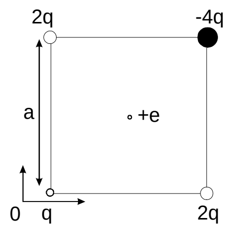
Hinweis: Alle gegebenen Punkte mögen durch Geraden verbunden werden.

2. Gegeben seien zwei Punktladungen an folgenden Orten: $\boldsymbol{Q_1 = -4}$ **C** in $\boldsymbol{(x_1, y_1) = (-2, 0)}$ **m** und $\boldsymbol{Q_2 = 1}$ **C** in $\boldsymbol{(x_2, y_2) = (2, 0)}$ **m**.

a) Man berechne die einzelnen **Komponenten**, sowie **Betrag** und **Richtung** des **elektrischen Feldes** im Punkt $\boldsymbol{(x, y) = (0, 3)}$ **m**. *(Lösung: $\vec{E} = -\frac{k}{13\sqrt{13}}\begin{pmatrix}10\\9\end{pmatrix}\mathrm{Vm}^{-1}$)*

b) In welchem Punkt ist das elektrische Feld null? Gibt es mehrere derartige Punkte?
(Lösung: $\vec{E}(6, 0) = \vec{0}$)

3. Gegeben ist folgende Ladungsanordnung (siehe Abbildung):

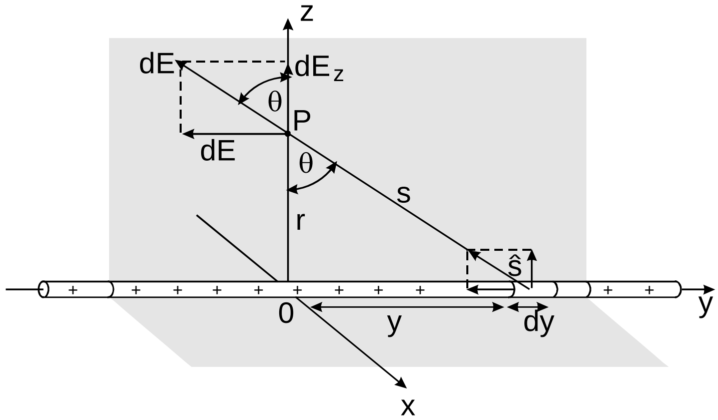


An den vier Eckpunkten eines Quadrates mit der Seitenlänge ***a*** befinden sich der Reihe nach die Ladungen **+*q***, **+2*q***, **-4*q***, **+2*q***.

➔ Wie groß ist die **Coulomb-Kraft**, die auf eine **positive Einheitsladung** wirkt, wenn sich diese im Mittelpunkt des Quadrates befindet? *(Lösung: $\left|\vec{F}\right| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{10eq}{a^2}$ N)*

Bitte Seite wenden!

4. Ein unendlich langer und dünner Draht trägt die **Linienladungsdichte** λ (siehe Abbildung).

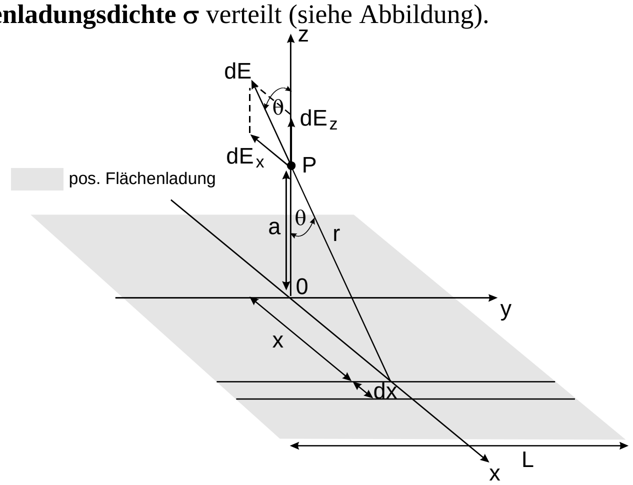


➔ Man berechne die **elektrische Feldstärke** im Punkt P, also $\vec{E}(0,0,r)$, und zwar

a) durch Summation über alle Längenelemente des Drahtes und
b) durch Anwendung des Gaußschen Satzes der Elektrostatik. *(Lösung: $E_z = \lambda/(2\pi\varepsilon_0 r)$)*

➔ Weiters berechne man das **elektrostatische Potential *U(P)*** in allen Raumpunkten und begründe die Wahl des Referenzpunktes, für den gilt $\boldsymbol{U(P_0) = 0}$.

5. Die Gesamtladung $\boldsymbol{Q}$ ist auf einer dünnen, unendlich ausgedehnten Platte gleichmäßig mit der konstanten elektrischen **Flächenladungsdichte** σ verteilt (siehe Abbildung).



➔ Man berechne die **elektrische Feldstärke** im Punkt P

a) durch Summation über alle Streifenelemente der Platte
(Hinweis: der Feldverlauf eines unendlich langen, dünnen Drahtes kann als bekannt vorausgesetzt werden.)
b) durch Anwendung des Gaußschen Satzes der Elektrostatik. *(Lösung: $E_P = \sigma/(2\varepsilon_0)$)*

➔ Weiters berechne man das **elektrostatische Potential *U(P)*** in allen Raumpunkten und begründe die Wahl des Referenzpunktes, für den gilt $\boldsymbol{U(P_0) = 0}$.

6. Eine isoliert aufgehängte Metallkugel ($\boldsymbol{r_1 = 10}$ **cm**) wird in Luft solange aufgeladen, bis die Potentialdifferenz zur Umgebung **500 V** beträgt.

a) Welche Ladung ist dazu notwendig? *(Lösung: $Q = 5{,}56 \cdot 10^{-9}$ C)*

Anschließend wird diese Kugel mit einer zweiten ebenfalls isoliert aufgehängten Metallkugel ($\boldsymbol{r_2 = 5}$ **cm**) durch einen feinen Draht kurzzeitig verbunden, sodaß sich die Ladung auf beide Körper aufteilen kann.

b) Wie groß sind nun die einzelnen Ladungen und die jeweiligen Potentiale?
(Lösung: $Q_1 = (2Q)/3$, $Q_2 = Q/3$, $\varphi_1 = \varphi_2 = 333{,}5$ V)