AB - Elektrische Feldstärke (homogenes Feld) - Lösung

Definition der Elektrischen Feldstärke

Die elektrische Feldstärke $\vec{E}$ ist das Maß für die Stärke und die Richtung eines elektrischen Feldes, also die Fähigkeit einer Ladung, Kraft auf andere Ladungen auszuüben. Die elektrische Feldstärke $\vec{E}$ ist definiert als der Quotient aus der elektrischen Kraft F_{el} auf eine Probeladung und der Ladung der Probeladung q:

$$\vec{E} = \frac{F_{el}}{q} \qquad \text{(Gleichung 1)}$$

Die Einheit der elektrischen Feldstärke lautet

$$\frac{N}{C}$$

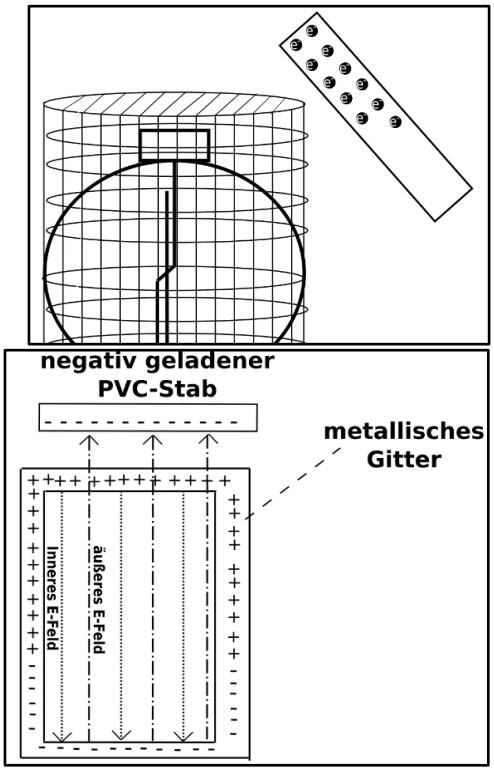
oder

$$\frac{V}{m}$$

Die elektrische Feldstärke zeigt immer in die Richtung der elektrischen Kraft auf positive Ladungen. Gleichung 1 gibt eine Erklärung, was du dir unter einer elektrischen Feldstärke von $1\frac{N}{C}$ vorstellen kannst: Ein elektrisches Feld hat an einem Raumpunkt die Stärke $1\frac{N}{C}$, wenn eine Ladung der Größe 1 C dort eine Kraft von 1 N erfährt.

Aufgabe 1

Ein negativ geladener PVC-Stab wird in die Nähe eines Faradaykäfigs gebracht. Begründe, weshalb das Elektroskop nicht ausschlägt.



Der negativ geladene PVC-Stab „drückt“ freie Elektronen im Gitter nach unten. Dadurch ist der obere Teil des Käfigs positiv und der untere Teil negativ geladen. Hinweis: Wir nehmen zur Vereinfachung an, dass das Gitter unten geschlossen ist. Dadurch entsteht ein elektrisches Feld im Inneren des Käfigs, dass vom oberen positiven Teil zum unteren negativen Teil zeigt. Neben diesem inneren elektrischen Feld gibt es ein äußeres elektrisches Feld verursacht durch den negativ geladenen PVC-Stab. Dieses Feld durchzieht ebenfalls das Innere des Käfigs. Dadurch gibt es zwei elektrische Felder, die im Inneren des Käfigs wirken. Da diese beiden elektrischen Felder im Inneren des Käfigs gleich stark sind, jedoch in entgegengesetzte Richtungen zeigen, heben sie sich gegenseitig auf. Dadurch wirkt auf die Ladungen im Elektroskop keine Kraft und die Elektronen im Elektroskop verschieben sich nicht. Deshalb schlägt das Elektroskop nicht aus.

Aufgabe 2
Berechnen Sie die elektrische Feldstärke E an einem Ort, in dem auf einen Körper mit der Ladung Q = 26 nC die Kraft F = 37 µN wirkt.

geg: $Q = 26\,nC = 0{,}00000000026\,C$ ges: E

$F = 37\,\mu N = 0{,}0000037\,N$

Formel: $E = \frac{F}{Q}$

$= \frac{0{,}0000037\,N}{0{,}00000000026\,C}$

$E = 1423{,}08\,\frac{N}{C}$

Aufgabe 3
Berechnen Sie die Kraft F, die ein Körper mit der Ladung Q = 78 nC in einem Feldpunkt mit der Feldstärke E = 810 kN/C erfährt.

geg: $Q = 78\,nC = 0{,}000000078\,C$ ges: F

$E = 810\,kN/C = 810\,000\,\frac{N}{C}$

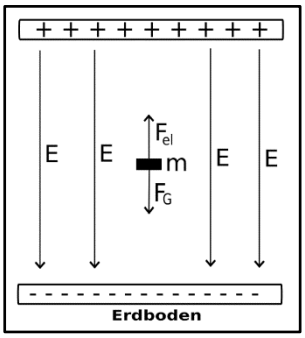
Formel: $E = \frac{F}{Q}$

$F = E \cdot Q$

$F = 810\,000\,\frac{N}{C} \cdot 0{,}000000078\,C$

$F = 0{,}063218\,N$

Aufgabe 4
Ein elektrisches Feld der Stärke 180 N/C sei senkrecht zur Erdoberfläche nach unten gerichtet. Wie stark müsste eine 3 g schwere Münze geladen sein, damit die durch dieses Feld bewirkte elektrostatische Kraft die Gravitationskraft (g = 9,81 $\frac{m}{s^2}$) ausgleicht?



geg: $m = 3\,g = 0{,}003\,kg$ ges: F

$g = 9{,}81\,\frac{m}{s^2}$

$F = m \cdot g$

$= 0{,}003\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2}$

$= 0{,}02943\,N$

geg: $F = 0{,}02943\,N$ ges: Q

$E = 180\,\frac{N}{C}$

$E = \frac{F}{Q}$

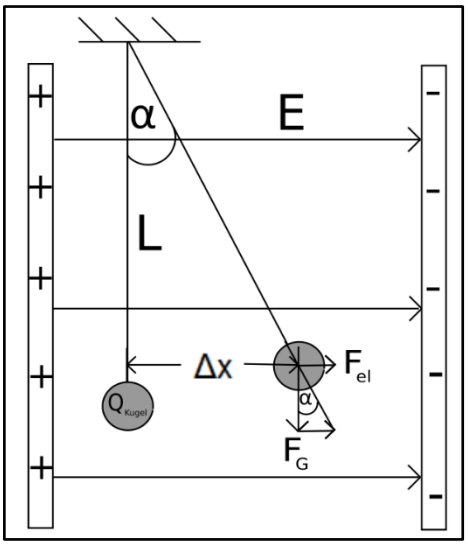
$Q = \frac{F}{E}$

$Q = \frac{0{,}02943\,N}{180\,\frac{N}{C}}$

$Q = 0{,}00016350\,C$

Aufgabe 5

Wie groß ist der kleine (Ausschlags-)Winkel α einer Probekugel der Masse m = 0,4 g, die an einem Faden der Länge l = 1,5 m in einem elektrischen Feld der Stärke E = 70.000 N/C hängt, wenn sie die Ladung Q = 5 nC trägt?



geg: $Q = 5\,nC = 0{,}000000005\,C$

$m = 0{,}5\,g = 0{,}0005\,kg$

$l = 1{,}5\,m$

$E = 70.000\,\frac{N}{C}$

ges: α

Formel: $\tan\alpha = \frac{F_{el}}{F_G} = \frac{E \cdot q}{m \cdot g}$

$= \frac{70.000\,\frac{N}{C} \cdot 0{,}000000005\,C}{0{,}0004\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2}}$

$\tan\alpha = 0{,}0892$

$\alpha = 5{,}1°$