Aufgaben zum elektrischen Radialfeld

Aufgabe 1

Eine Metallkugel vom Radius R = 3,0 cm trägt eine positive Ladung $Q= 2{,}0\cdot10^{-9}$ C

1.1 Geben Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke mit eingesetzten Zahlenwerten in Abhängigkeit vom Abstand r an.

1.2 Berechnen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke im Bereich $R \leq r \leq 3R$. (5 Werte)

1.3 Stellen Sie den Verlauf der elektrischen Feldstärke für grafisch $R \leq r \leq 3R$ dar.

1.4 Geben Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke im Innern der Kugel an und ergänzen Sie entsprechend das Diagramm von Teilaufgabe 1.3.

1.5 Berechnen Sie die Kraft auf einen Heliumkern (α-Teilchen), der sich in der Entfernung d = 13,5 cm vom Kugelmittelpunkt befindet.

Aufgabe 2

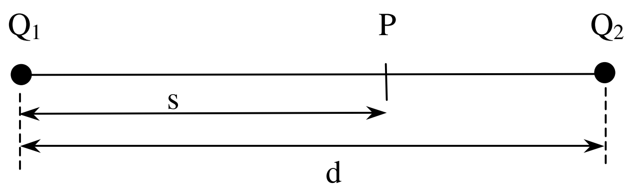
Ein kugelförmiger Luftballon ist außen mit Graphit leitend bestrichen und isoliert aufgehängt. Sein Radius beträgt 2,5 cm. Auf dem Ballon ist die Ladung Q gleichmäßig verteilt. In der Entfernung d = 52,5 cm vom Kugelmittelpunkt ruft diese Ladung die elektrische Feldstärke $E_0= 100\ \mathrm{NC}^{-1}$ hervor.

2.1 Berechnen Sie den Betrag der Ladung Q.

2.2 Der Ballon wird nun aufgeblasen, der neue Radius beträgt 5,0 cm. Ermitteln Sie die Feldstärke E_1, die sich in der Entfernung d vom Kugelmittelpunkt einstellt.

Aufgabe 3

Gegeben sind zwei positive Ladungen mit Q_1 = 8,5 nC und Q_2= 5,5 n C. Auf der Verbindungsgeraden der beiden Ladungen befindet sich im Abstand s = 10,0 cm von der Ladung Q_1 ein Punkt P, in dem die elektrische Feldstärke null ist.



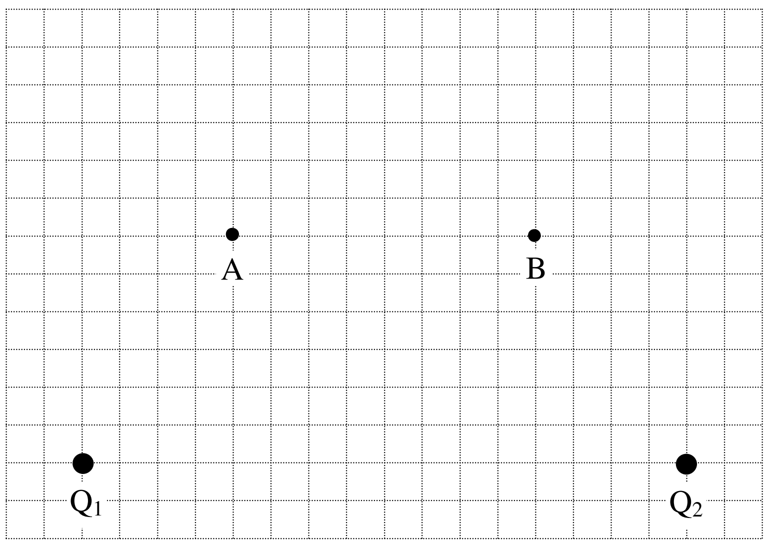
Berechnen Sie den Abstand d der beiden Ladungen.

Aufgabe 4

Gegeben sind zwei Ladungen mit $Q_1 = -Q_2 = 0{,}9$ nC in einem Abstand von d = 8,0 cm.

Ermitteln Sie die Feldstärke $\vec{E}$ in den Punkten A und B.

Skizzieren Sie die zugehörige Feldlinie.



Name | Klasse | Datum | Seite | Blatt

Aufg. zum el. Radialfeld

1.0 Geg: $R = 3{,}0\,cm$; $Q = 2{,}0 \cdot 10^{-9}\,C$

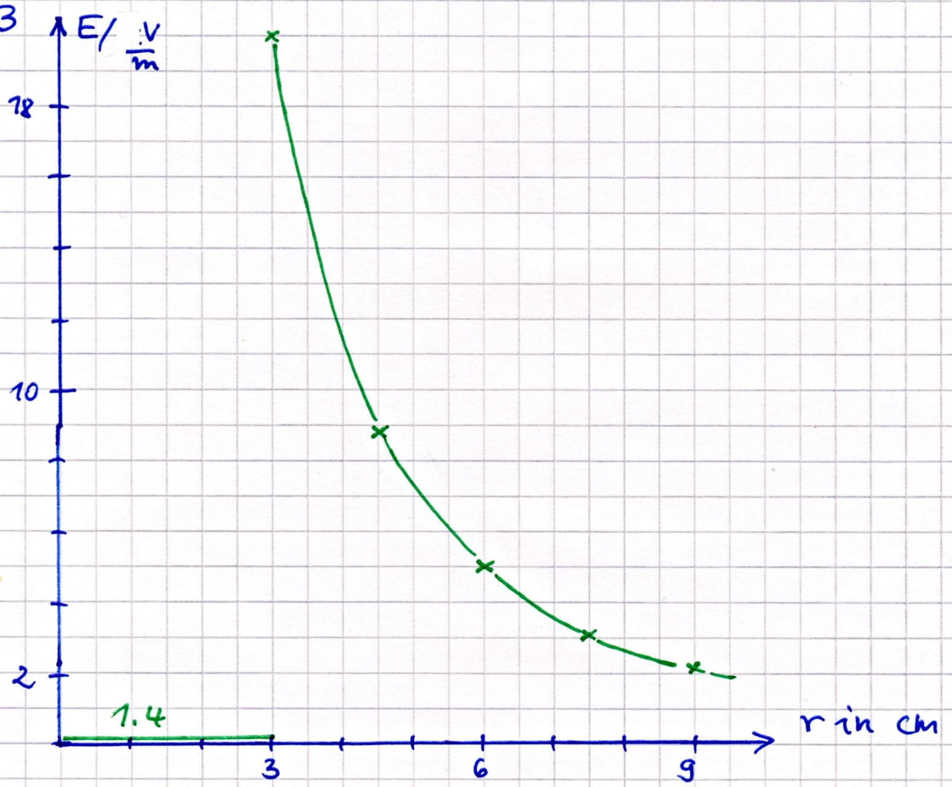
1.1. $E(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2} = \frac{2{,}0 \cdot 10^{-9}\,As}{4\pi \cdot 8{,}854 \cdot 10^{-12}\,\frac{As}{Vm}} \cdot \frac{1}{r^2}$

$E(r) = 18\,Vm \cdot \frac{1}{r^2}$

1.2

r in m	0,030	0,045	0,060	0,075	0,090
E in $\frac{V}{m}$	20	8,9	5,0	3,2	2,2

1.3



1.4 Im Inneren der Kugel: $E = 0$; kein el. Feld im gesamten Innenbereich (Faraday-Käfig!)

1.5 Geg: $q = 2e = 2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,As$; $d = 0{,}135\,m$

$F = q \cdot E(d) = 2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,As \cdot 18\,Vm \cdot \frac{1}{(0{,}135\,m)^2}$

$F = 3{,}2 \cdot 10^{-16}\,N$ $\quad \frac{As\,Vm}{m^2} = \frac{VAs}{m} = \frac{J}{m} = \frac{Nm}{m} = N$

Name | Klasse | Datum | Seite | Blatt

Aufg. zum el. Radialfeld

2.0 Geg: $R = 0{,}025\,m$; $d = 0{,}525\,m$; $E_0 = E(d) = 100\,N/C$

2.1

$$E_0 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 d^2} \iff Q = E_0 \cdot 4\pi\varepsilon_0 \cdot d^2$$

$$Q = 100\,\frac{N}{C} \cdot 4\pi \cdot 8{,}854 \cdot 10^{-12}\,\frac{C}{Vm} \cdot (0{,}525\,m)^2$$

$$\underline{Q = 9{,}8 \cdot 10^{-10}\,C}$$

$$\frac{N}{C} \cdot \frac{C}{Vm} \cdot m^2 = \frac{Nm}{V} = \frac{J}{V} = \frac{VAs}{V}$$

2.2 Die el. Feldstärke ändert sich nicht, sie hängt nur von der Ladung auf dem Ballon ab, nicht von seinem Radius.

3.0 Geg: $Q_1 = 8{,}5 \cdot 10^{-9}\,C$; $Q_2 = 5{,}5 \cdot 10^{-9}\,C$; $s = 10{,}0\,cm$

Ges: d $\qquad \overline{PQ_2} = d - s$

$$E_{C1} = E_{C2} \Rightarrow \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 \cdot s^2} = \frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot (d-s)^2}$$

$$\iff \frac{(d-s)^2}{s^2} = \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\iff \frac{d-s}{s} = \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}$$

eigentlich $\pm\sqrt{\ }$, aber alle Größen auf der linken Seite sind positive Strecken.

$$\iff d = s \cdot \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}} + s$$

$$\iff d = s \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}\right)$$

$$d = 10{,}0\,cm \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{5{,}5\,nC}{8{,}5\,nC}}\right) = 10{,}0\,cm \cdot 18{,}04$$

$$\underline{d = 18\,cm}$$