

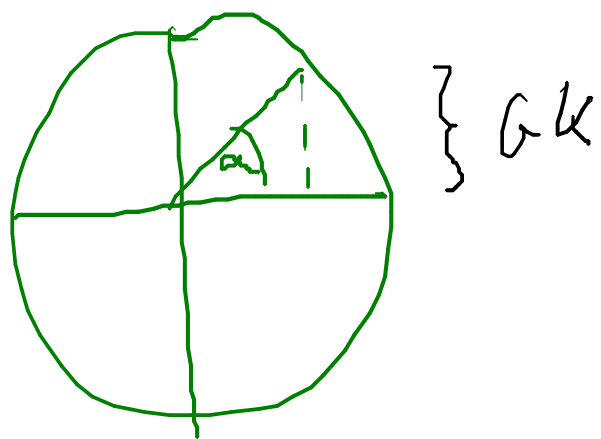
$$\tan 30^\circ = F_G / F_D$$

$$\Leftrightarrow F_D = \frac{F_G}{\tan 30^\circ}$$

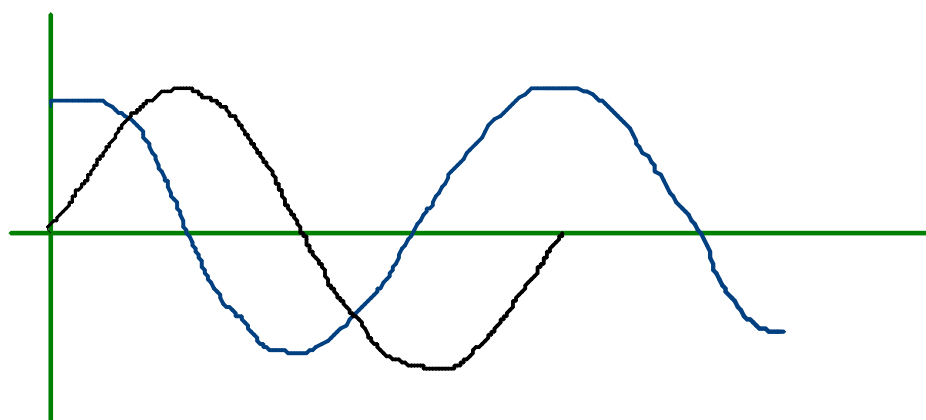
$$= 346 \text{ N}$$

$$\sin 30^\circ = \frac{F_G}{F_Z} \Leftrightarrow F_Z = \frac{F_G}{\sin 30^\circ}$$

$$= 400 \text{ N}$$

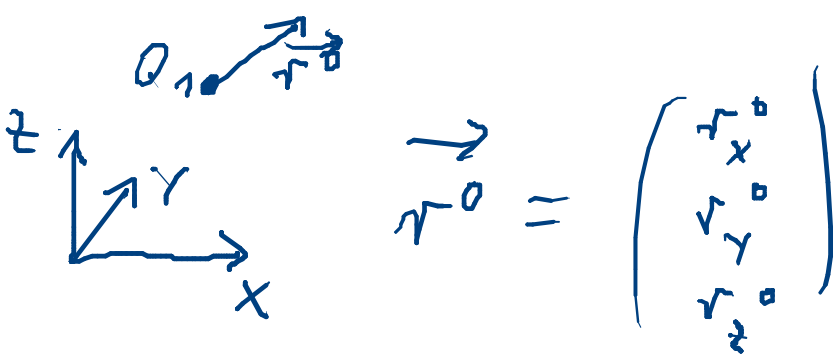


2 Silben
 Sinus = $\frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hyp}}$
 3 S.
 Cosinus = $\frac{\text{Ankathete}}{\text{Hyp}}$



$$(*) F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$\vec{F}_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{r}_0$$



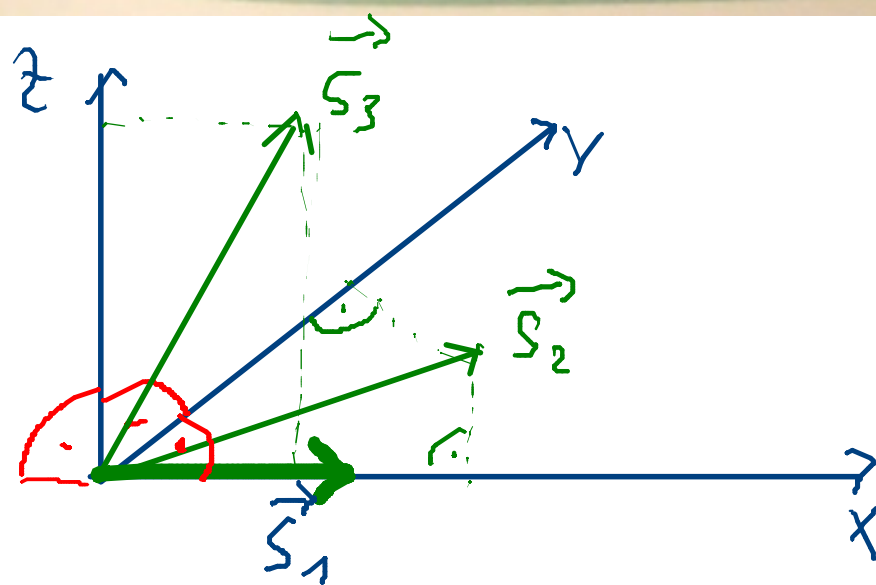
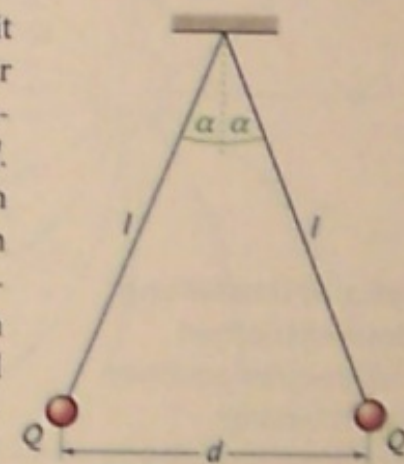
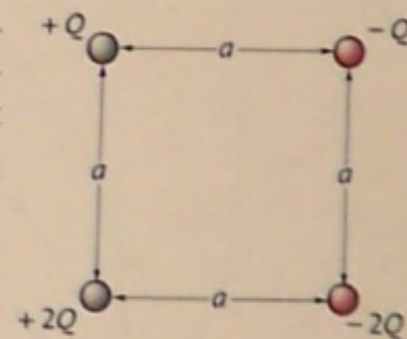
Vereinfachung:

$$\vec{r}_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$



Aufgaben

- Berechnen Sie die Kraft, mit der ein geladener Körper im Feld eines gleich geladenen Körpers mit der Ladung
 - $Q = 35 \mu\text{C}$ im Abstand $r = 12 \text{ cm}$, b) $Q = 1 \text{ C}$ im Abstand $r = 1 \text{ m}$ abgestoßen wird.
- Der Abstand zwischen Proton und Elektron im H-Atom ist $d = 10^{-10} \text{ m}$. Das Proton trägt die Ladung $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, das Elektron eine gleich große, aber negative Ladung.
 - Berechnen Sie die anziehende Coulomb-Kraft, die das Elektron im elektrischen Feld des Protons erfährt.
 - Berechnen Sie die anziehende Gravitationskraft, die das Elektron im Gravitationsfeld des Protons erfährt ($m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$).
 - Bestimmen Sie das Verhältnis der elektrostatischen Anziehungskraft zur Gravitationskraft. Erläutern Sie, ob das Verhältnis vom Abstand der Teilchen abhängt.
- Zwei Punktladungen $Q_1 = +2 \text{ C}$ und $Q_2 = +8 \text{ C}$ haben den Abstand $d = 1 \text{ m}$. Bestimmen Sie die Punkte, in denen die Feldstärke null ist.
- An den Ecken eines Quadrats (Abbildung rechts) befinden sich Punktladungen, wobei $Q = 4 \text{ C}$ sei.
 - Bestimmen Sie die horizontale und die vertikale Komponente der resultierenden Kraft auf die Ladung in der rechten unteren Ecke des Quadrats.
 - Bestimmen Sie die Richtung und den Betrag der elektrischen Feldstärke im Schnittpunkt der Diagonalen des Quadrats.
- Zwei kleine Metallkugeln mit gleicher Masse m und gleicher Ladung Q hängen an zwei isolierenden Fäden der Länge l . Leiten Sie eine Formel für den Abstand d her, den die Kugeln im Gleichgewichtszustand voneinander haben und bestimmen Sie für $l = 1 \text{ m}$, $m = 1 \text{ g}$ und $d = 3 \text{ cm}$ die Ladung Q der Kugeln.



$$\vec{S}_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{S}_2 = \begin{pmatrix} 5 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{S}_3 = \begin{pmatrix} 2,5 \\ 2,5 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$1) a) Q_1 = Q_2 = 35 \mu\text{C}, r = 0,12 \text{ m} \Rightarrow F_c = 765 \text{ N} \quad (*)$$

$$b) \quad \text{"} = 1 \text{ C}, r = 1 \text{ m} \Rightarrow F_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N}$$

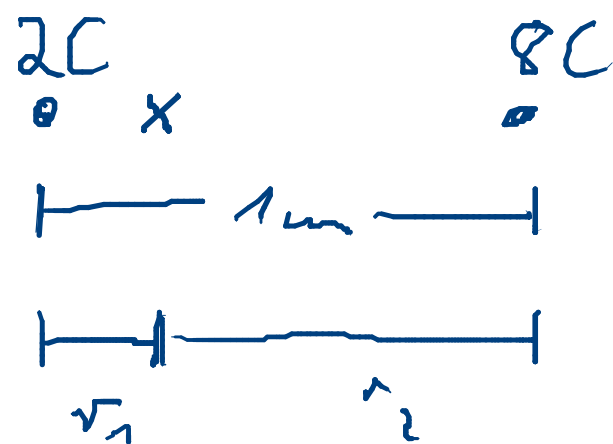
$$2) a) \text{ mit } r = 10^{-10} \text{ m} : F_c = 2,3 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

$$b) F_c = \gamma \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} = 1,03 \cdot 10^{-47} \text{ N}$$

(S. 86)

$$c) \frac{F_c}{F_G} = \frac{Q Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2 \gamma m_1 m_2} = \frac{Q_1 Q}{4\pi\epsilon_0 \gamma m_1 m_2} = \underline{\underline{2,23 \cdot 10^{29}}}$$

3)



\wedge und

\vee oder (vt.)

Wo ist $E_{ges} = 0$?

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1}{r_1^2} \stackrel{!}{=} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_2}{r_2^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{Q_1}{r_1^2} = \frac{Q_2}{r_2^2} \quad \wedge \quad r_1 + r_2 = 1m$$

$$\Leftrightarrow \frac{2}{8} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \quad \Leftrightarrow r_1 = 1m - r_2$$

$$\Leftrightarrow r_1 = \pm \sqrt{\frac{1}{4} r_2^2} = \pm \frac{1}{2} r_2$$

$$\pm \frac{1}{2} r_2 = 1m - r_2$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} r_2 = 1m \quad \vee \quad \frac{1}{2} r_2 = 1m$$

$$\Rightarrow r_2 = \frac{2}{3} m \quad \vee \quad r_2 = 2m$$

$$\Downarrow$$

$$r_1 = \frac{1}{3} m$$

$$\hookrightarrow r_1 = -1m$$

$$\vec{F}_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{r}_{12}$$

$$a) \vec{F}_{\text{ges}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

$$\vec{F}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q(-2Q)}{2a^2} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

$$\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q(-2Q)}{a^2} \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{F}_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q(-2Q)}{a^2} \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{F}_{\text{ges}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-2Q^2}{a^2} \left[\frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix} + 2 \cdot \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix} \right]$$

$$= \dots \left[\begin{pmatrix} -0,35 \\ 0,35 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -2 \\ 0 \end{pmatrix} \right]$$

$$= -7,13 \cdot 10^{14} \text{ N} \cdot \begin{pmatrix} -2,35 \\ 1,35 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,69 \cdot 10^{15} \\ -9,71 \cdot 10^{14} \end{pmatrix} \text{ N}$$

a) Bestimmen Sie die horizontale und die vertikale Komponente der resultierenden Kraft auf die Ladung in der rechten unteren Ecke des Quadrats.

b) Bestimmen Sie die Richtung und den Betrag der elektrischen Feldstärke im Schnittpunkt der Diagonalen des Quadrats.

5. Zwei kleine Metallkugeln mit gleicher Masse m und gleicher Ladung Q hängen an zwei isolierenden Fäden der Länge l . Leiten Sie eine Formel für den Abstand d her, den die Kugeln im Gleichgewichtszustand voneinander haben und bestimmen Sie für $l = 1 \text{ m}$, $m = 1 \text{ g}$ und $d = 3 \text{ cm}$ die Ladung Q der Kugeln.

In y-Richtung wird es eine Ablenkung nach unten geben, weil Ldg. 2 näher ist als Ldg. 1, d.h. $F_y < 0$.
 In x-Richtung wird die Kraft auf jeden Fall nach links weisen, das hieße $F_x < 0$.
 Irgendwo muss also noch ein Vorzeichenfehler sein.

<-- 13|.9.2012