

01 Lernaufgaben E-Feld

Playlist Vorlesung Das elektrische Feld

https://www.youtube.com/playlist?list=PLALKlj_aDCi-oiCwpqaLq0VQmZzxDwJk5

- (1) Das Coulombsche Gesetz <https://youtu.be/6k6IU0IHAik>
- (2) Das elektrische Feld <https://youtu.be/8JmY2RJ2Mr8>
 - Erklärvideo E-Feld eines Ladungsringes <https://youtu.be/Lf2pv6qgGKg>
 - Erklärvideo E-Feld einer geladenen Scheibe <https://youtu.be/MUMHVIllegqY>
- (3) Feldlinien <https://youtu.be/vZpl5yzq5-o>
- (4) Elektronen in Längs- und Quersfeldern <https://youtu.be/fxbTBIMnfwY>
- (5) Dipole <https://youtu.be/NTnEx81rypl>

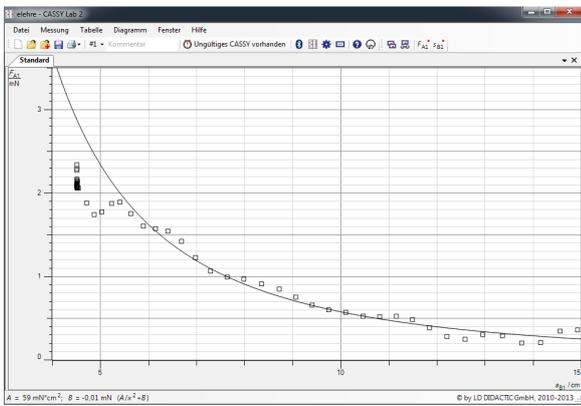
Nach dem Selbststudium können Sie...

- ... das Coulomb'sche Gesetz (skalar und vektoriell) zur Bestimmung der Kräfte zwischen zwei Punktladungen nennen.
- ... das Superpositionsprinzip anwenden, um die resultierende Kraft mehrerer Punktladungen an einem Raumpunkt zu bestimmen (skalar und vektoriell).
- ... die grundlegende Definition des elektrischen Feldes ($E = F/q$) anhand einer kleinen positiven Probeladung nennen und begründen.
- ... das Superpositionsprinzip anwenden, um das resultierende E -Feld mehrerer Punktladungen an einem Raumpunkt zu bestimmen (skalar und vektoriell).
- ... die Grundidee der Berechnung des E -Felds einer kontinuierlichen Ladungsverteilung beschreiben.
- ... die E -Felder ausgewählter, symmetrischer kontinuierlicher Ladungsverteilungen unter der Angabe der Lösung speziellerer Integrale berechnen (Ladungsring, homogen geladene Platte, Linienladung, etc.).
- ... verschiedene kontinuierliche Ladungsverteilungen systematisieren.
- ... die wesentlichen Eigenschaften von E -Feldern über Feldlinien beschreiben.
- ... die Feldlinien von Punktladungen, Plattenkondensator und einfachen Superpositionen zeichnen.
- ... erklären, wieso E -Feldlinien auf metallischen Leitern immer senkrecht stehen.
- ... die Feldfreiheit innerhalb eines Faraday'schen Käfigs erklären.
- ... das Verhalten von Ladungen in elektrischen Längs- und Quersfeldern erklären und beschreiben (qualitativ und quantitativ).
- ... erklären, was unter einem elektrischen Dipol verstanden wird.
- ... die wesentlichen Größen zur Beschreibung eines elektrischen Dipols nennen und berechnen (Dipolmoment).
- ... qualitativ anhand der Energieerhaltung erläutern, welches Verhalten ein Dipol in einem (homogenen) äußeren Feld zeigt.
- ... quantitativ begründen, wie viel Energie bei der Drehung eines Dipols benötigt wird bzw. frei wird.
- ... das elektrische Feld eines Dipols entlang seiner Symmetrieachse berechnen.
- ... Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem Newton'schen Gesetz der Gravitation und dem Coulomb'schen Gesetz gegenüberstellen.

Lernaufgabe 1 Experiment zum Coulomb'schen Gesetz

Unten sehen Sie die Messwerte zu den Experimenten zur Bestätigung des Coulomb'schen Gesetzes. Wie erkennen Sie in den Messwerten, dass $F \propto Q_1 \wedge F \propto Q_2$ und $F \propto 1/r^2$?

$Q_1 = Q_2 = Q$	F
22 nC	0,7 mN
44 nC	2,7 mN



Lernaufgabe 2 Zum Feldbegriff

a) Beschreiben Sie in eigenen Worten, was Sie in der Physik unter dem Begriff „Feld“ verstehen.



b) Was ist die Beziehung zwischen E -Feld und Kraft? Wie lauten die Einheiten der beiden Größen?

c) Erklären Sie, wie die Richtung des E -Feldes festgelegt ist.



Lernaufgabe 3 Kontinuierliche Ladungsverteilungen

a) Beschreiben Sie die Grundidee, wie das E -Feld einer kontinuierlichen Ladungsverteilung aus dem E -Feld einer Punktladung bestimmt werden kann.

b) Beschreiben Sie qualitativ, wie das E -Feld eines Ladungsringes bestimmt werden kann.

c) Kommentieren Sie die einzelnen Schritte zur quantitativen Bestimmung des E -Feldes eines Ladungsrings.

$$E_{\text{ges}} = \int dE \quad (1)$$

$$= \int dE_x = \int dE \cdot \cos \theta \quad (2)$$

$$= \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dQ}{r^2} \cdot \cos \theta \quad (3)$$

$$= \int_0^{2\pi a} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda \cdot dl}{r^2} \cdot \cos \theta \quad (4)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda \cdot \cos \theta}{r^2} \cdot \int_0^{2\pi a} dl \quad (5)$$

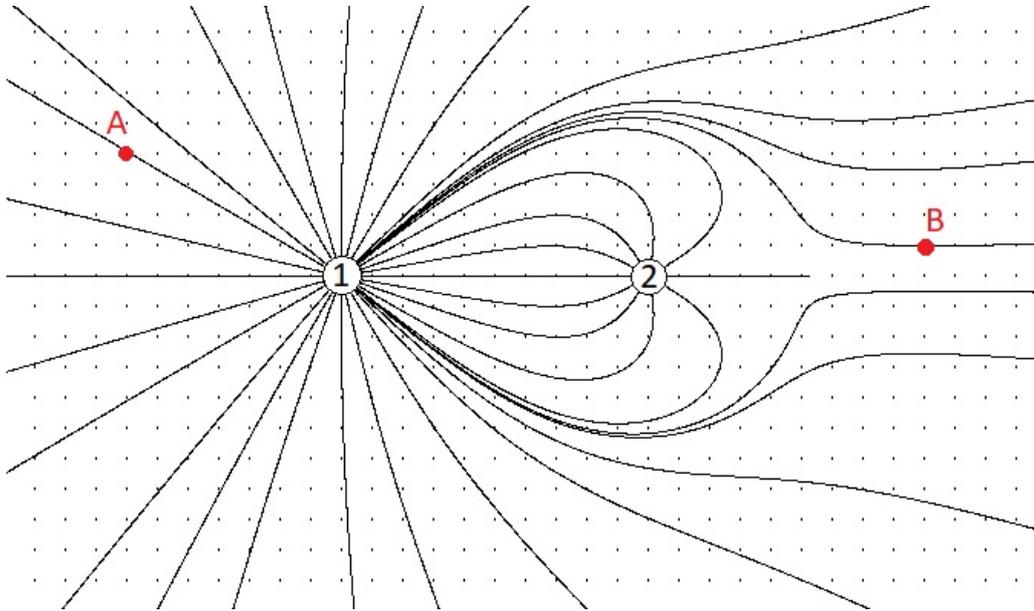
$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda \cdot \cos \theta}{r^2} \cdot [l]_0^{2\pi a} \quad (6)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda \cdot \cos \theta}{r^2} \cdot 2\pi a \quad (7)$$

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{x \cdot Q}{(a^2 + x^2)^{3/2}} \quad (8)$$

Lernaufgabe 4 Feldlinien

a)



Feldlinienbild erstellt mit einer Simulation von Prof. Raimund Girwidz LMU München

Vergleichen Sie das E -Feld (Betrag/Richtung) an den Punkten A und B.

Erläutern Sie, welche Ladung (Vorzeichen und Größenverhältnis) sich auf den Kugeln 1 und 2 befindet.

Skizzieren Sie in der Abbildung, in welche Richtung sich ein anfänglich ruhendes Elektron vom Punkt B aus bewegen würde. Begründen Sie Ihre Skizze.

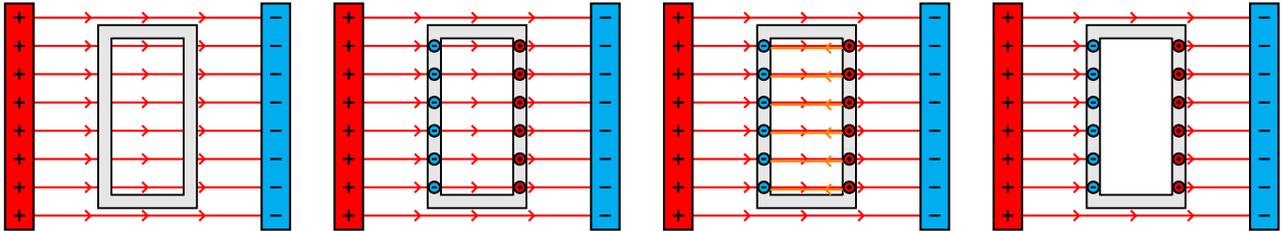


b) Zeichnen Sie das E -Feld, das sich zwischen zwei Punktladungen $Q_1 = +3\text{ C}$ und $Q_2 = -1\text{ C}$ ausbildet.

c) Erklären Sie, warum E -Feldlinien auf guten metallischen Leitern immer senkrecht stehen müssen. Warum ist es bei Isolatoren anders?

Lernaufgabe 5 Faraday'scher Käfig

Erläutern Sie anhand der Skizze, wie der feldfreie Raum beim Faraday'schen Käfig entsteht.



Lernaufgabe 6 Längs- und Querfelder

Elektronen können in E -Felder geschossen werden, sowohl in Längs- als auch Querfelder. Beschreiben Sie zwei analoge Situationen in der Mechanik.

Lernaufgabe 7 Dipole

Wie lassen sich die folgenden Eigenschaften vor dem Hintergrund erklären, dass es sich bei Wasser um ein Dipolmolekül handelt?

- hohe Oberflächenspannung von Wasser
- Dichteanomalie von Wasser
- Anziehung eines dünnen Wasserstrahls von einem geladenen Stab