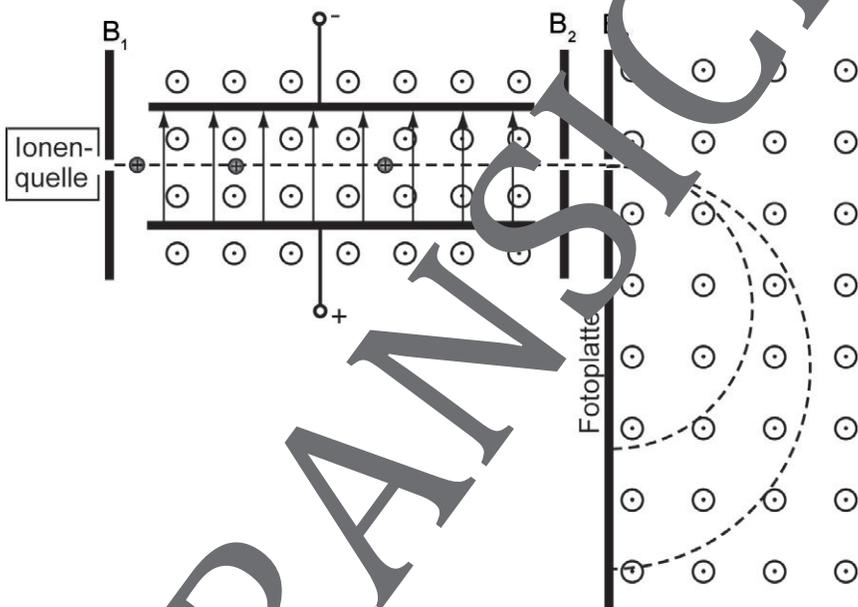


Bewegung geladener Teilchen – magnetisches und elektrisches Feld

Carlo Vöst



Skizze: Carlo Vöst

In diesem Lernmittelmateriale untersuchen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern das Verhalten von geladenen Teilchen in elektrischen und homogenen Magnetfeldern. Diese Thematik ist für viele physikalische und chemische Anwendungen in Technik und Industrie von enormer Bedeutung. So verwendet man Teilchenbeschleuniger nicht nur zur Erforschung der Grundbausteine des Universums, sondern auch im Gesundheitswesen oder in der Energie- und Umwelttechnik. Führen Sie die Lernenden zunächst durch einige Theoriekapitel, um ein Grundverständnis für elektrische und magnetische Felder zu bekommen. Anschließend haben Ihre Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, ihr Wissen anhand einer Reihe von Beispielaufgaben einzuüben und in einer Lernerfolgskontrolle zu testen.

Bewegung geladener Teilchen – magnetisches und elektrisches Feld

Oberstufe (weiterführend)

Carlo Vöst

Hinweise	1
M1 Bewegung in homogenen elektrischen Feldern	3
M2 Beschleunigte Ladungsträger in Wissenschaft und Technik	9
M3 Bewegung in homogenen magnetischen Querfeldern	10
M4 Der Hall-Effekt	16
M5 Praktische Anwendungen	19
M6 Aufgaben	25
M7 Klassenarbeit	34
Lösungen	36

Die Schülerinnen und Schüler lernen:

wie sich elektrisch geladene Teilchen in elektrischen und homogenen magnetischen Feldern verhalten. Ferner bekommen die Lernenden einen Einblick in die Fülle von wichtigen experimentellen und technischen Anwendungen der Bewegung geladener Teilchen in Feldern.

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt

Thema	Materi	Me
Bewegung geladener Teilchen in homogenen elektrischen Feldern	M1	AB
Beschleunigte Ladungsträger	M2	AB
Bewegung geladener Teilchen in homogenen magnetischen Querfeldern	M3	AB
Hall-Effekt	M4	AB
Anwendungen	M5	AB
Aufgaben	M6	AB
Klassenarbeit	M7	AB

Kompetenzprofil:

Inhalt: Bewegung geladener Teilchen in elektrischen Längs- und Querfeldern sowie in homogenen magnetischen Querfeldern

Medien: Taschenrechner, Formelsammlung

Kompetenzen: Erklären von Phänomenen unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (S1), Auswählen bereits bekannter geeigneter Modelle bzw. Theorien für die Lösung physikalischer Probleme (S3), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren auf physikalische Sachverhalte (S7)

Erklärung zu den Symbolen



einfaches Niveau



mittleres Niveau

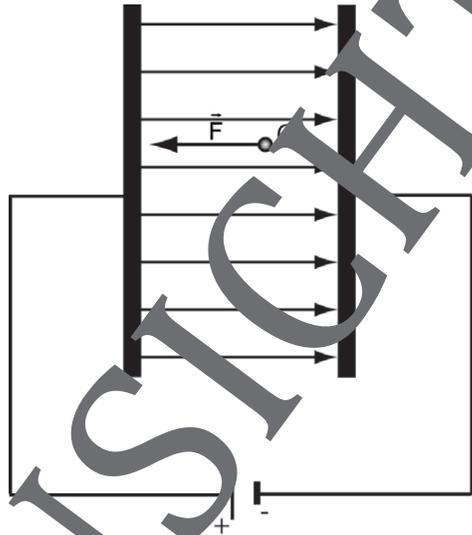


schwieriges Niveau

Bewegung geladener Teilchen im homogenen Längsfeld

Wir betrachten (z. B.) ein negativ geladenes Teilchen zwischen den parallelen Platten eines Kondensators im homogenen elektrischen Feld der Feldstärke $E = \frac{U}{d}$. Dann gilt nach dem zweiten Gesetz von Newton für die Beschleunigung a , die dieses Teilchen erfährt

$$a = \frac{F}{m} = \frac{Q \cdot E}{m} = \frac{Q \cdot U}{m \cdot d} = \frac{Q \cdot U}{m \cdot d}$$



Ferner lässt sich die zurückgelegte Strecke s durch

$$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q \cdot U}{m \cdot d} \cdot t^2$$

berechnen. Für die erreichte Geschwindigkeit v gilt dann

$$v = a \cdot t = \frac{Q \cdot U}{m \cdot d} \cdot t$$

Anmerkungen:

- Die erreichte Geschwindigkeit lässt sich nach dem Energieerhaltungssatz auch folgendermaßen bestimmen:

$$\underbrace{QU}_{E_{\text{pot}}} = \underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{E_{\text{kin}}} \Leftrightarrow v = \sqrt{2 \frac{Q \cdot U}{m}}$$

- Über die Gleichung

$$E_{\text{pot}} = Q \cdot U \Leftrightarrow U = \frac{E_{\text{pot}}}{Q}$$

ist die physikalische Größe *Spannung* als abgeleitete Größe definiert.

M3 Bewegung in homogenen magnetischen Querfeldern

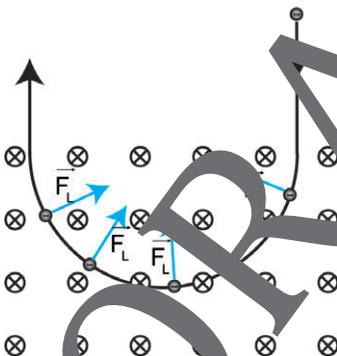
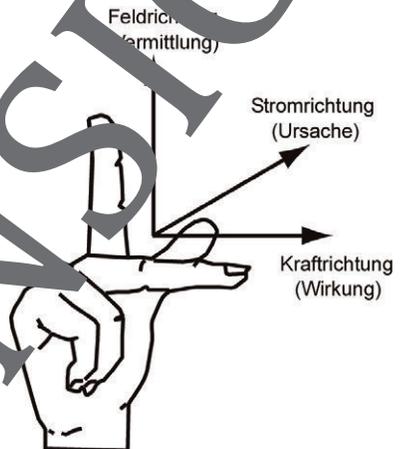


Auf stromdurchflossene Leiter wird im Magnetfeld eine Kraft ausgeübt. Allgemein gilt, dass auf Elektronen, die sich in einem magnetischen Feld bewegen, eine Kraft ausgeübt wird. Benannt ist diese Erscheinung nach dem niederländischen Physiker *Hendrik Antoon Lorentz* (1853–1928):

Die Lorentzkraft ist die Kraft, welche auf einzelne bewegte, elektrisch geladene Teilchen in einem Magnetfeld wirkt.

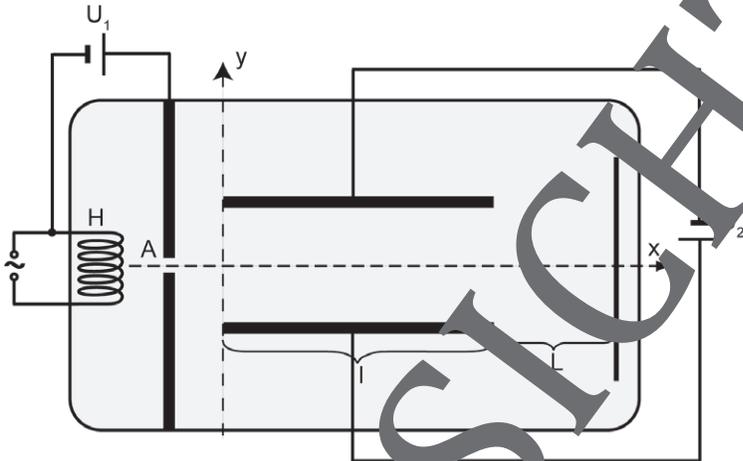
Man bekommt die Richtung dieser Kraft mit der „**3-Finger-Regel**“ (UVW-Regel) der rechten Hand (*beachte: Stromrichtung = technische Stromrichtung*):

- U(rsache) ist die **technische Stromrichtung**,
- V(ermittlung) ist die **Magnetfeldrichtung**,
- W(irkung) ist die beobachtete **Bewegung**.



Skizzen: Carlo Vöst

2. Gegeben ist die unten abgebildete Anordnung.



Skizze: Carlo Vöst

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit, welche die aus der Heizwendel H austretenden Elektronen bei A (Loch in der Anode, siehe Abbildung) besitzen. (Vernachlässigen Sie dabei ihre Anfangsgeschwindigkeit.)
Spannungswerte: $U_1 = 0,50 \text{ kV}$, $U_2 = 0,050 \text{ kV}$.
- Berechnen Sie die kinetische Energie, welche die Elektronen bei A besitzen (Angabe in „Elektronenvolt“ und in „Joule“).

Die durch ein Loch in der Anode gelangenden Elektronen treten symmetrisch zu den Platten in das Querfeld eines Kondensators mit einer Länge von $8,0 \text{ cm}$ und einem Plattenabstand von $2,0 \text{ cm}$.

- Berechnen Sie die Beschleunigung, welche die Elektronen im Kondensator erfahren.
- Leiten Sie die sogenannte „Bahngleichung“ für die Elektronen im Kondensator her.
Hinweis: Unter der Bahngleichung versteht man eine Gleichung, die angibt, wie man im angegebenen Koordinatensystem die y -Koordinate, also den Aufenthalt des Elektrons in Abhängigkeit der x -Koordinate, berechnen kann.



Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen mit
bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de