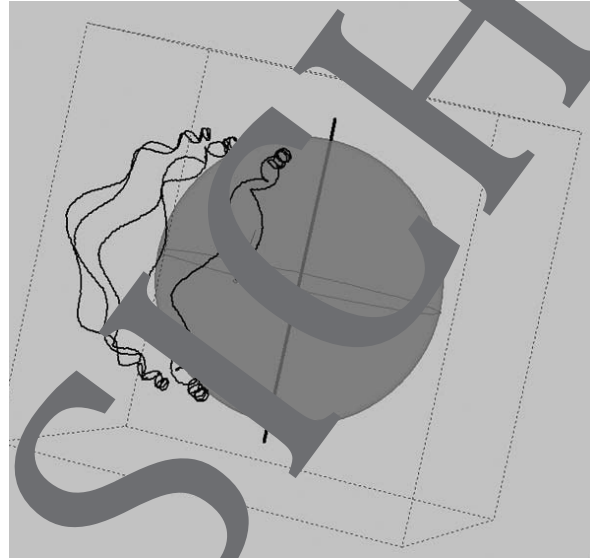


Bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern – ein Stationenzirkel mit Computereinsatz

Matthias Borchardt, Bonn

Die Erde als magnetische Flasche für geladene Teilchen, Spulen als Magnetlinsen in Elektronenmikroskopen und Geschwindigkeitsfilter in der Elektronenablenkröhre – die Bewegung von Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern ist spannend, überraschend und mit einem starken Anwendungsbezug verknüpft.

Die Schüler erschließen sich die vielfältigen Aspekte dieses Themas mithilfe von Lernstationen, die durch die Verwendung von Computersimulationen besonders anschaulich und handlungsorientiert gestaltet sind.



Die Entstehung von Polarlicht

Abbildungen im gesamten Beitrag, falls nicht anders angegeben: M. Borchardt

II/C

Der Computer hilft der
Anschaulichkeit
auf die Sprünge!

Der Beitrag im Überblick

<p>Klasse: 12</p> <p>Dauer: 6 Doppelstunden</p> <p>Ihr Plus:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 7 Simulationsprogramme 	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fadenstrahlrohr • Entstehung des Polarlichts • Magnetische Linsen • Zyklotron • Elektronenablenkröhre • Massenspektroskop
--	--

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

M 1	Ab	Elektronen auf Kreisbahn gezwungen – das Fadenstrahlrohr Aufbau, Funktionsweise und Formeln des Fadenstrahlrohrs (= der Wehnelt-Röhre); Auswertung ⌚ V: 5 min <input type="checkbox"/> <i>Fadenstrahlrohr.exe</i> ⌚ D: 90 min <input type="checkbox"/> Internetzugang, Taschenrechner
M 2	Ab	Gefangen – die Erde als magnetische Flasche Entstehung des Polarlichts; Bewegung von Ladungen in inhomogenen Magnetfeldern ⌚ V: 5 min <input type="checkbox"/> <i>Polarlicht.exe</i> ⌚ D: 90 min <input type="checkbox"/> Internetzugang, Taschenrechner
M 3	Ab	Mit Fehlern behaftet – magnetische Linsen Aufbau und Funktionsweise eines Elektronenmikroskops; Elektronenstrahlen durch kurze Zylinderspulen; Bildddrehung und Linsenfehler ⌚ V: 5 min <input type="checkbox"/> <i>Magnetlinse_1.exe</i> <input type="checkbox"/> Internetzugang ⌚ D: 90 min <input type="checkbox"/> <i>Magnetlinse_2.exe</i> <input type="checkbox"/> Taschenrechner
M 4	Ab	In der Krebstherapie eingesetzt – das Zyklotron Aufbau, Funktionsweise und Formeln des Zyklotrons; Auswertung ⌚ V: 5 min <input type="checkbox"/> <i>Zyklotron.exe</i> ⌚ D: 90 min <input type="checkbox"/> Internetzugang, Taschenrechner
M 5	Ab	Gekreuzte Felder – die Elektronenablenkröhre Aufbau, Funktionsweise und Formeln der Elektronenablenkröhre; Bewegung von Elektronen in gekreuzten Feldern; Wienfilter; Auswertung ⌚ V: 5 min <input type="checkbox"/> <i>Elektronenablenkröhre.exe</i> ⌚ D: 90 min <input type="checkbox"/> Internetzugang, Taschenrechner
M 6	Ab	Wasserstoff und seine Isotope – das Massenspektroskop Aufbau, Funktionsweise und Formeln des Massenspektroskops; Auswertung ⌚ V: 5 min <input type="checkbox"/> <i>Massenspektroskop.exe</i> ⌚ D: 90 min <input type="checkbox"/> Internetzugang, Taschenrechner

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 15.

Minimalkonzept

Das Material lässt sich auch einzeln in den Unterricht einbauen, wenn Sie das Thema gerade behandeln haben.

Tippkarten für die Differenzierung nach Grund- und Leistungskurs

Die Stationen wurden für einen Leistungskurs konzipiert, Sie können sie aber auch gut in einem Grundkurs einsetzen. Dazu ist es ratsam, die Stationen mit einigen Hilfestellungen zu versehen und sie etwas zu reduzieren. Falls Sie den Lernzirkel in einem Grundkurs verwenden möchten, teilen Sie die folgenden Tippkarten an die Lernenden aus.

II/C

M 1 Elektronen auf Kreisbahn gezwungen – das Fadenstrahlrohr

Aufgabe 4

- a) Verwenden Sie den Ansatz: *Die Arbeit, die das elektrische Feld am Elektron verrichtet, wird vollständig in kinetische Energie umgewandelt.*
- b) Verwenden Sie den Ansatz: *Die Lorentzkraft wirkt hier als Zentripetalkraft.*

Aufgabe für Experten, Teil d)

Stellen Sie dazu beispielsweise einen Winkel von $3,3^\circ$ ein. Wählen Sie das Magnetfeld dann so, dass die Spiralbahn eine Ganghöhe von genau 2 cm hat. Nun können Sie den Radius r der Spiralbahn ablesen, wenn Sie eine günstige Beobachtungsposition wählen.

M 4 In der Krebstherapie eingesetzt – das Zyklotron

Aufgabe 3

Verwenden Sie den Ansatz: *Die Lorentzkraft wirkt hier als Zentripetalkraft.*

Zwischen Geschwindigkeit und Umlauffrequenz besteht folgender Zusammenhang:

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = 2\pi \cdot r \cdot f$$

Aufgabe 5: Verwenden Sie die Formel für die kinetische Energie.

M 5 Gekreuzte Felder – die Elektronenablenkröhre

Aufgabe 4 a)

Verwenden Sie den Ansatz: *Die Lorentzkraft wirkt hier als Zentripetalkraft.*

Aufgabe 5

Bedenken Sie: Der Elektronenstrahl wird nur dann geradlinig verlaufen, wenn sich die elektrische Feldkraft und die Lorentzkraft kompensieren.

M 6 Wasserstoff und seine Isotope – das Massenspektroskop

Aufgabe 3

In Station 5 haben Sie gelernt, dass nur Teilchen den Geschwindigkeitsfilter durchlaufen, deren Geschwindigkeit der Bedingung $v = \frac{E}{B_1}$ genügt. Außerdem gilt:

Im Magnetfeld B_2 wirkt die Lorentzkraft als Zentripetalkraft.

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de