

Magnetismus

Lorentzkraft

Ein langer gerader Draht liegt entlang der x -Achse eines Koordinatensystems. Durch diesen Draht fließt ein elektrischer Strom 76 mA in die positive x -Richtung. Ein Elektron fliegt über den Draht. Das Elektron hat die Geschwindigkeit

$$\vec{v} = -219\hat{x} - 262\hat{y} \text{ [m/s].}$$

als es an der Position

$$\vec{r} = 0\hat{x} + 0\hat{y} + 0.01\hat{z} \text{ [m]}$$

ist.

Wie groß ist die Lorentzkraft des magnetischen Feldes auf das Elektron?

$$\vec{F} = \boxed{} \hat{x} + \boxed{} \hat{y} + \boxed{} \hat{z} \text{ [N]}$$

Lösung

$$\vec{F} = -e\vec{v} \times \vec{B}:$$

Schraubenförmige Bewegung eines geladenen Teilchens in einem konstanten magnetischen Feld

Ein Elektron (Ladung $-e$) gerät in eine Region konstanten magnetischen Feldes mit $B = 5 \hat{z}$ [T]. Die Anfangsgeschwindigkeit des Elektrons ist

$$\vec{v} = 18736\hat{x} + 12175\hat{y} + 5643\hat{z} \text{ [m/s]}.$$

Das Elektron beschreibt eine Spirale um die z -Achse. Entlang der z -Achse gesehen, entspricht der Pfad des Elektrons einem Kreis. Wie groß ist der Radius des Kreises?

$$R = \text{[] [m]}$$

Lösung

$$ev_{\perp} B = \frac{mv_{\perp}^2}{R}$$

Ein geladenes Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern

Lehrplan

Bücher

 Formel
Sammlung

Fähigkeiten

Apps

Testfragen

Vorlesungen

Wenn sich ein geladenes Teilchen in einem elektrischen Feld \vec{E} und einem Magnetfeld \vec{B} bewegt, so wirkt folgende Kraft auf das Teilchen,

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}),$$

mit q der Ladung des Teilchens und m seiner Masse. Die Lorentzkraft in ihren drei Komponenten ist,

$$F_x = q(E_x + v_y B_z - v_z B_y),$$

$$F_y = q(E_y + v_z B_x - v_x B_z),$$

$$F_z = q(E_z + v_x B_y - v_y B_x).$$

Allgemein können die drei Komponenten des elektrischen und Magnetfeldes Funktionen des Ortes und der Zeit sein.

$$m = \text{9.11E-31} \text{ kg} \quad q = \text{-1.6022E-19} \text{ C}$$

$$E_x = \text{1E5} \text{ V/m} \quad E_y = \text{0} \text{ V/m} \quad E_z = \text{0} \text{ V/m}$$

$$B_x = \text{0} \text{ T} \quad B_y = \text{0} \text{ T} \quad B_z = \text{1} \text{ T}$$

Die Anfangsbedingungen zur Zeit $t = 0$ sind:

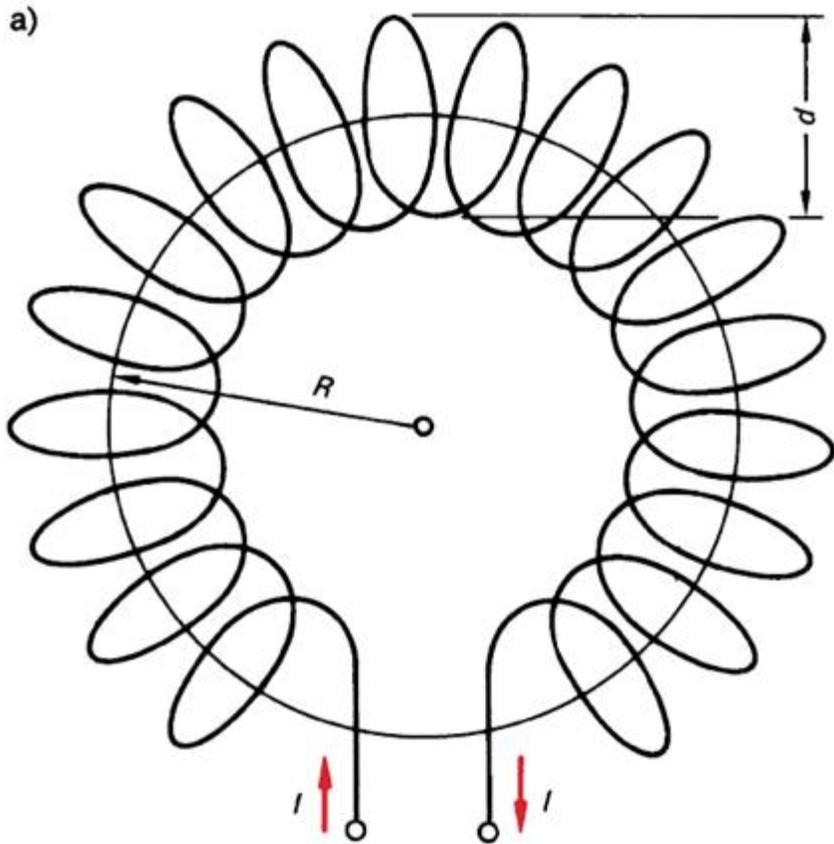
$$x = \text{0} \text{ m} \quad y = \text{0} \text{ m} \quad z = \text{0} \text{ m} \quad v_x = \text{0} \text{ m/s} \quad v_y = \text{0} \text{ m/s} \quad v_z = \text{0} \text{ m/s}$$

Load these equations into the form below



Parameterdarstellung

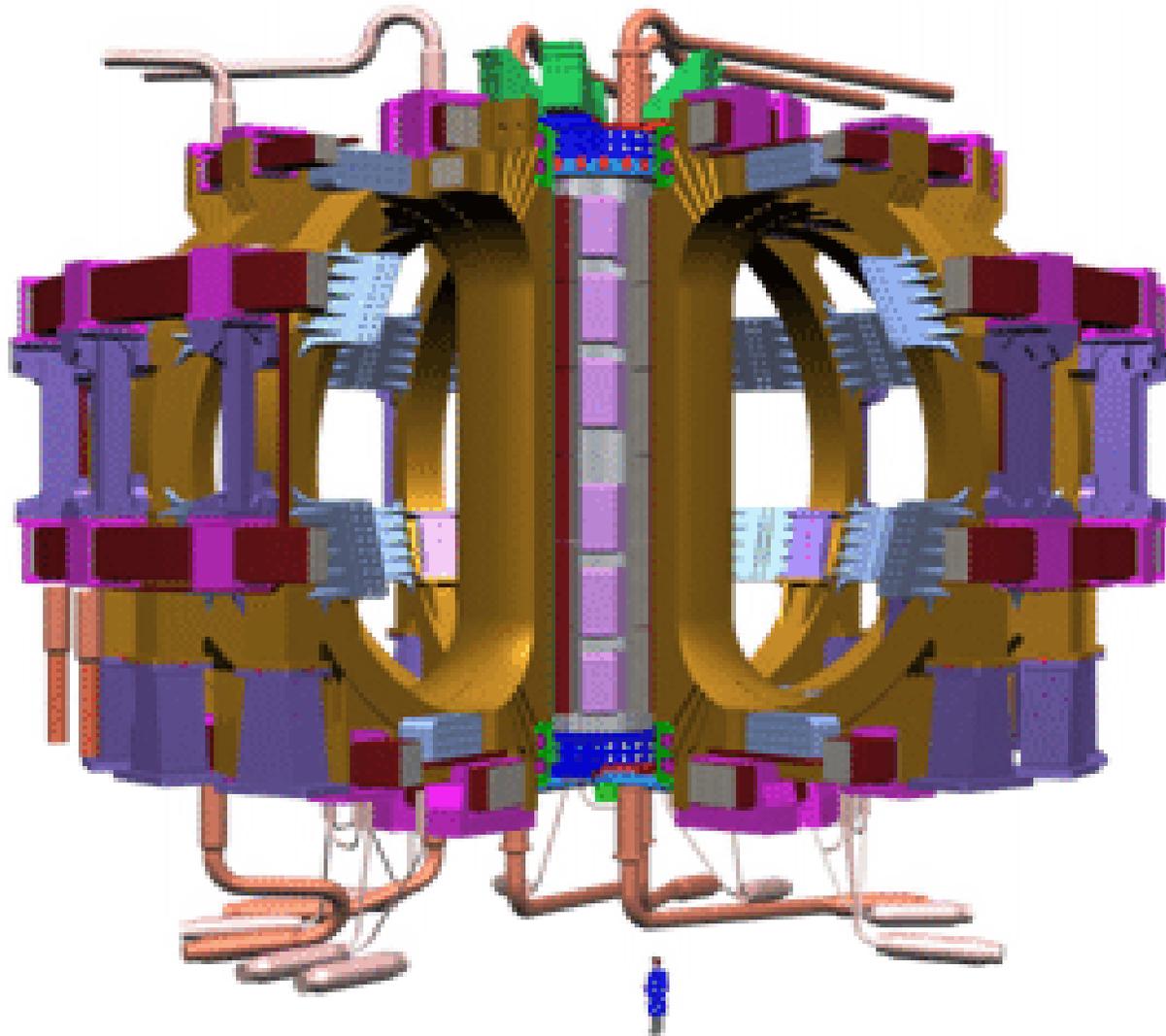
$$\vec{r} = \cos(2\pi s) (R + r \cos(20\pi s)) \hat{x} + \sin(2\pi s) (R + r \cos(20\pi s)) \hat{y} + r \sin(20\pi s) \hat{z}$$



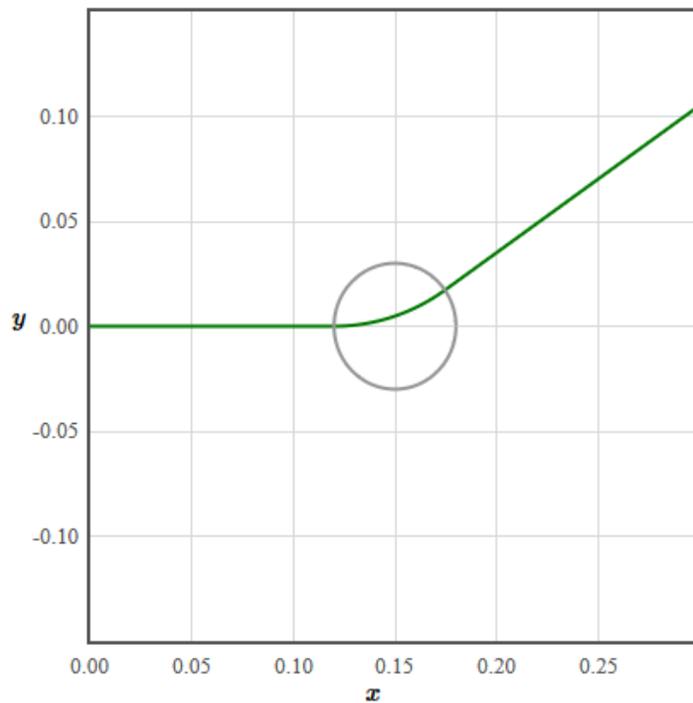
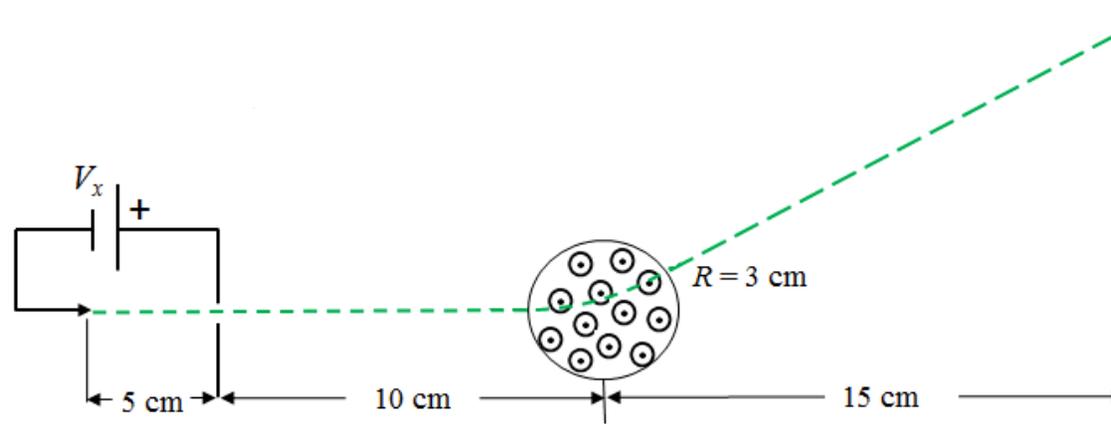
$$s = [0, 1]$$

Ringspule

ITER



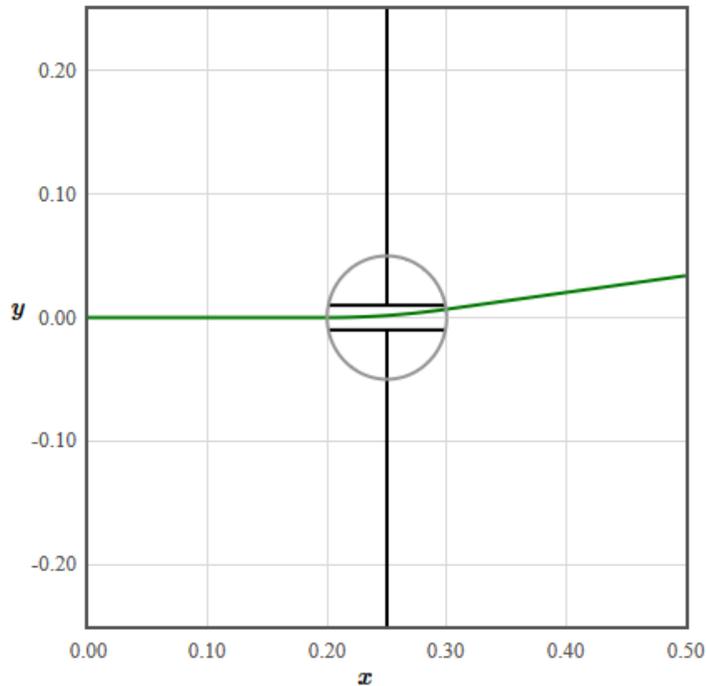
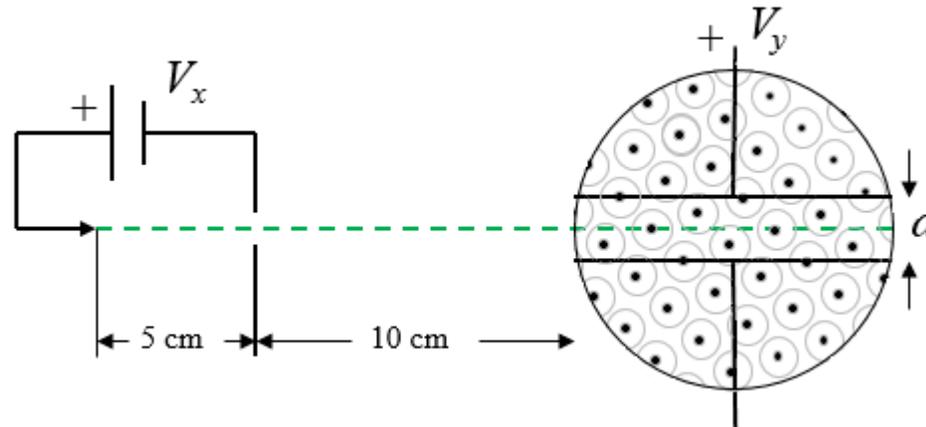
Ablenkung durch Magnetfeld



$V_x = 5000$ [V]
 $I = 1$ [A]
 $n = 2000$ [turns/m]

$B = 0.00251$ T

J. J. Thomson Experiment



$V_x = 5000$ [V] - +
 $V_y = 60$ [V] - +
 $I = 0.1$ [A] - +
 $n = 2000$ [turns/m] - +

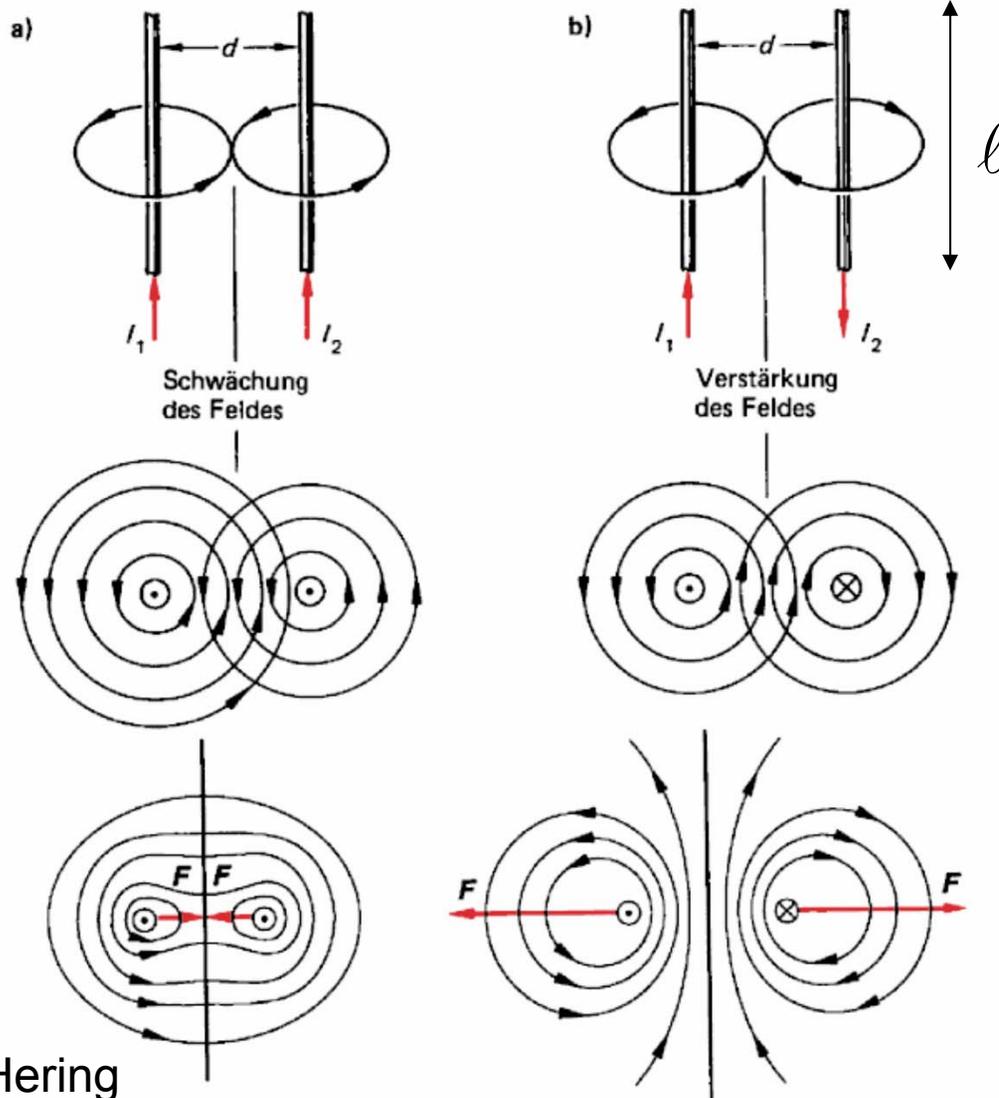
$$B = 0.00025133 \text{ T}$$

$$y = 0.041513 \text{ m}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{V_y^2}{2V_x \mu_0^2 n^2 I^2 d^2} = 1.4248 \text{e}+10 \text{ C/kg}$$

Try to minimize the y -value after the electrons have passed through the region with the fields.
 The accepted value of $\frac{e}{m}$ is $1.7588 \times 10^{11} \text{ C/kg}$. The numerical integration is not perfect.

Kraft zwischen zwei Leitern



$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

$$\vec{F} = I \vec{r} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$$

Applications of hard magnets



Motors, generators, speakers, microphone

