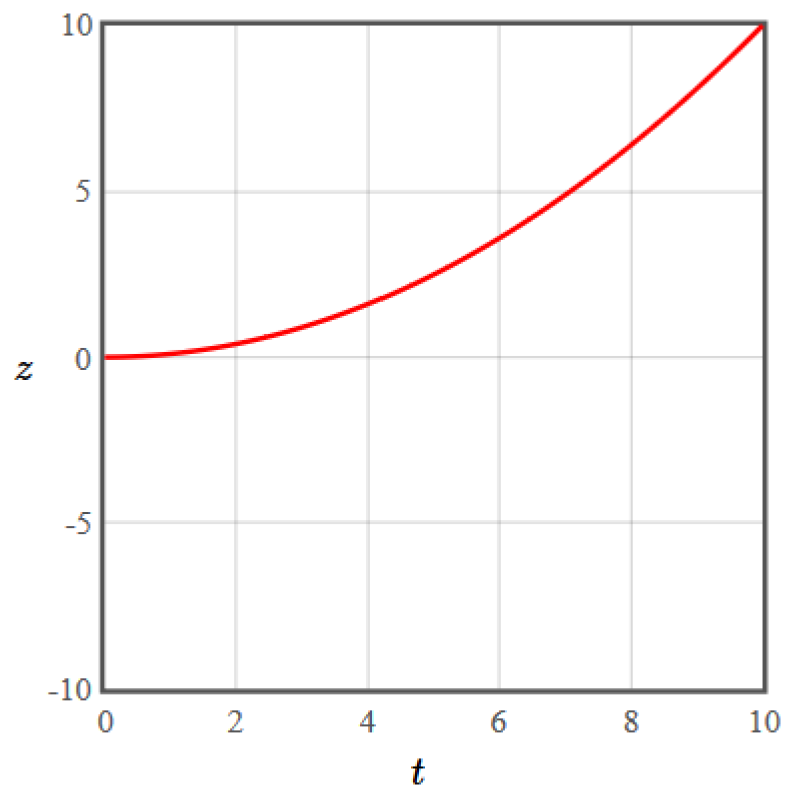
14. Magnetismus

23 Nov. 2018

Bewegung eines geladenen Teilchens in einem konstanten elektrischen Feld



$z_0 = 0\,\mathrm{m}$ $m = 1\,\mathrm{kg}$

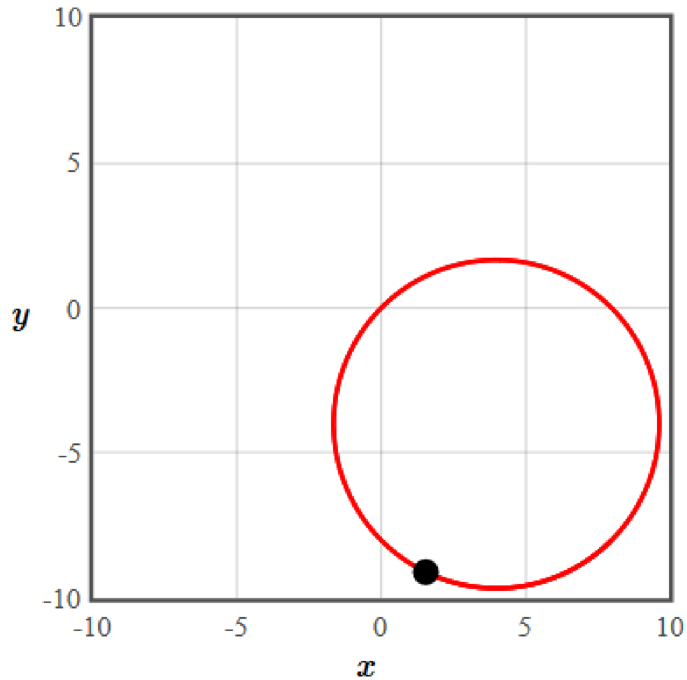
$qE_z = 0.200$ [N] - +

$v_{z0} = 0.00$ [N] - +

restart

Lorentz Kraft

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



$x_0 = 0$ [m], $y_0 = 0$ [m], $v_{z0} = 0$ [m/s],
$m = 1$ [kg], $q = 1$ [C]

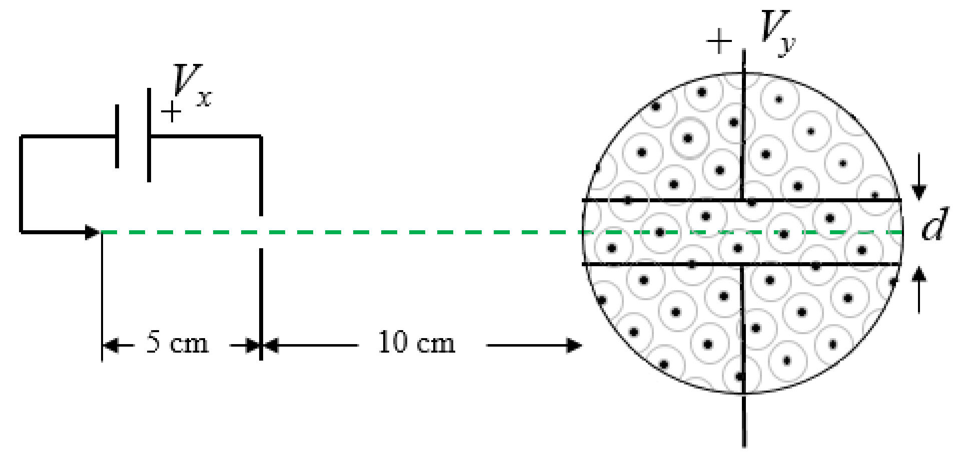
$B_z = 1.00$ [T] - +

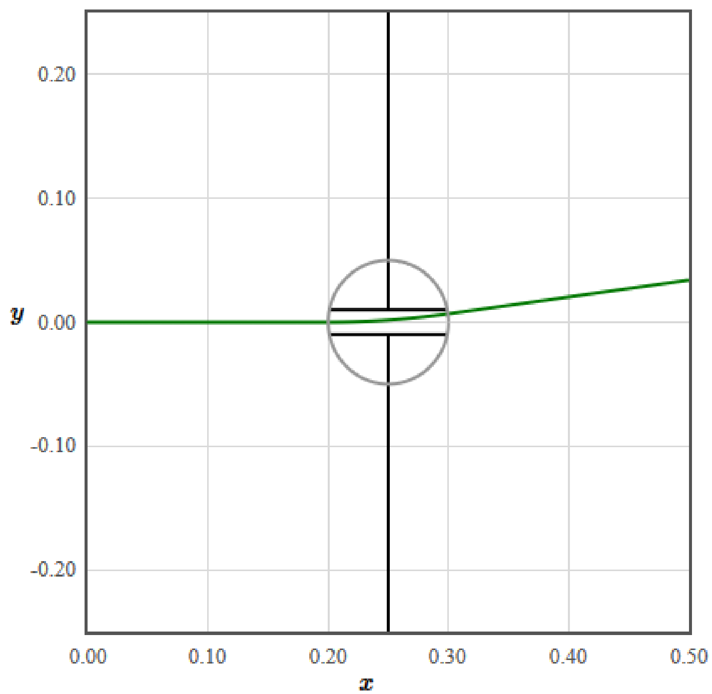
$v_{x0} = 4.00$ [m/s] - +

$v_{y0} = 4.00$ [m/s] - +

restart

J. J. Thomson Experiment





$V_x = 5000$ [V] - +

$Vy = 60$ [V] - +

$I = 0.1$ [A] - +

$n = 2000$ [turns/m] - +

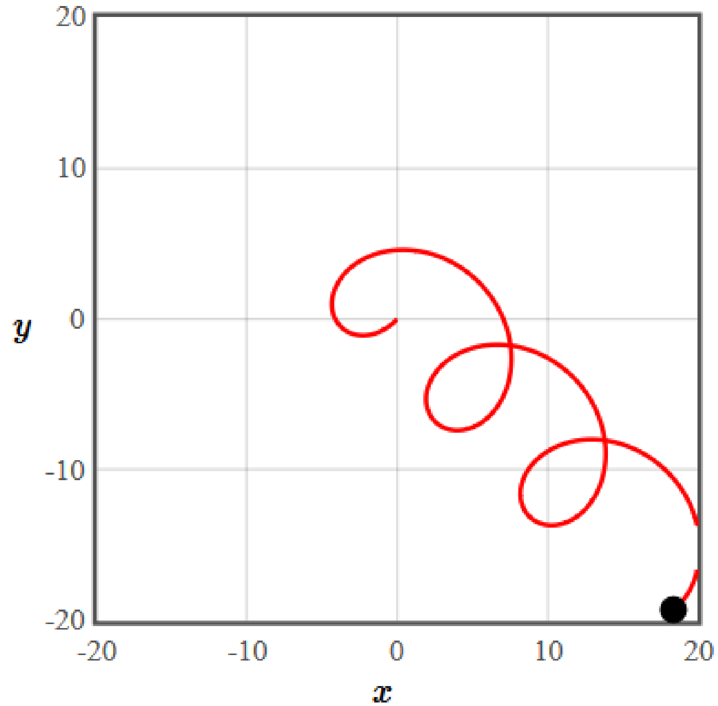
$B = 0.00025133$ T

$y = 0.041513$ 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 1.7588×10^{11} C/kg. The numerical integration is not perfect.

Bewegung eines Teilchens im konstanten magnetischen und im elektrischen Feld



$x_0 = 0$ [m], $y_0 = 0$ [m], $v_{x0} = 0$ [m/s],
$m = 1$ [kg], $q = 1$ [C]

$B_z = 1.00$ [T] - +

$E_x = 1.00$ [V/m] - +

$E_y = 1.00$ [V/m] - +

$v_{x0} = -2.80$ [m/s] - +

$v_{y0} = -3.00$ [m/s] - +

restart

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 ein Spirale um die z −Achse. Entlang der z −Achse gesehen, entspricht der Pfad des Elektrons einem Kreis. Wie groß ist der Radius des Kreises?

$R =$ ______ [m]

Lösung

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

Ein geladenes Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern

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,

$$F_x = q(E_x + v_y B_z - v_z B_y),$$
$$F_y = q(E_y + v_z B_x - v_x B_z),$$
$$F_z = q(E_z + v_x B_y - v_y B_x).$$

3-D motion differential equation solver

$F_x =$ `-1.6022E-19*((1E5)+vy*(1)-vz*(0))` [N]

$F_y =$ `-1.6022E-19*((0)+vz*(0)-vx*(1))` [N]

$F_z =$ `-1.6022E-19*((0)+vx*(0)-vy*(0))` [N]

$m =$ 9.11E-31 [kg]

Initial conditions:

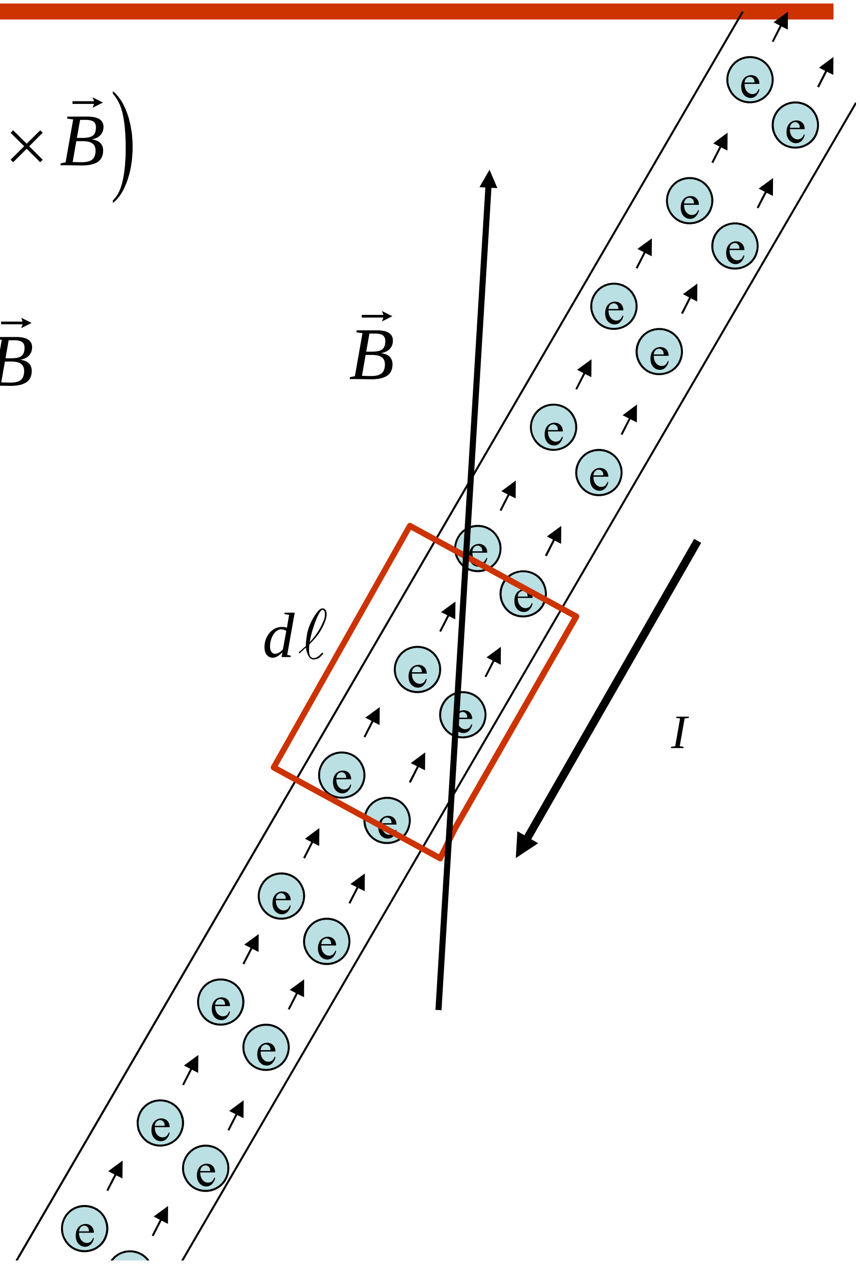
$t_0 =$	0	[s]	$\Delta t =$	3e-13	[s]
$x(t_0) =$	0	[m]	N_{steps}	500	
$v_x(t_0) =$	0	[m/s]	Plot:	x	vs. t
$y(t_0) =$	0	[m]			
$v_y(t_0) =$	0	[m/s]			
$z(t_0) =$	0	[m]			
$v_z(t_0) =$	0	[m/s]			

submit

Lorentz Kraft

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

$$\vec{E} = 0: \qquad \vec{F} = \sum_i q_i \vec{v}_i \times \vec{B}$$



$$\vec{F} = Nq\vec{v} \times \vec{B}$$

$$I = \frac{Nqv}{d\ell}$$

$$d\vec{F} = I(d\vec{\ell} \times \vec{B}) \qquad (4.193)$$

$$\boxed{\vec{F} = I\ \vec{\ell} \times \vec{B}}$$

gerade Draht und konstant Magnetfeld