SMART

Sammlung mathematischer Aufgaben als Hypertext mit $\TeX$

Gymnasium Jahrgangstufe 11 (Physik)

herausgegeben vom

Zentrum zur Förderung des
mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts
der Universität Bayreuth*

10. Juni 2010

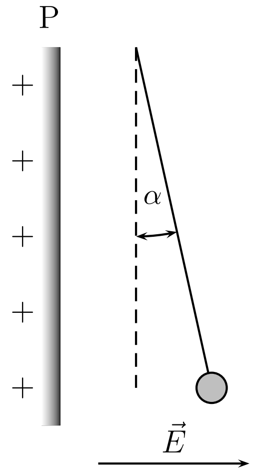
Inhaltsverzeichnis

Teil I.

Das elektrische Feld

1. Das homogene elektrische Feld

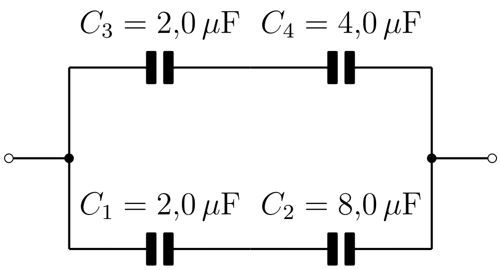
1. Eine sehr große positiv geladene Platte P erzeugt ein (nahezu) konstantes elektrisches Feld der Stärke $E = 5{,}0 \cdot 10^4\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}}$. In diesem Feld befindet sich ein geladenes Kügelchen der Masse $m = 2{,}0\,\mathrm{mg}$, das aus der Ruhelage um den Winkel $\alpha = 1{,}2^\circ$ ausgelenkt ist. Berechne die Ladung q des Kügelchens.



Lösung: $\tan\alpha = \dfrac{q\,E}{m\,g} \quad \Rightarrow \quad q = \dfrac{m\,g\,\tan\alpha}{E} = 8{,}2\,\mathrm{nC}.$

2. Der Kondensator

1. Berechne die Gesamtkapazität der nebenstehenden Anordnung von Kondensatoren.



Lösung: $C_{12} = \dfrac{C_1\,C_2}{C_1\,C_2} = 1{,}6\,\mu\text{F}$

$C_{34} = \dfrac{C_3\,C_4}{C_3\,C_4} = 1{,}\overline{3}\,\mu\text{F}$

$C_{1234} = C_{12} + C_{34} = 2{,}9\,\mu\text{F}$

2. Ein Kondensator besteht aus zwei quadratischen Platten der Kantenlänge $a = 18\,\text{cm}$, die einen Abstand von $d = 4{,}0\,\text{mm}$ haben und zwischen denen sich Luft befindet. Der Kondensator wird mit einem Netzgerät, das auf die Spannung $U = 15\,\text{kV}$ eingestellt wird, geladen. Anschließend wird der Kondensator vom Netzgerät getrennt.
   (a) Berechne die Kapizität C des Kondensators, die elektrische Energie die in ihm gespeichert ist und die Ladung, die sich auf einer seiner Platten befindet.

   Nun wird der Plattenabstand verdoppelt.

   (b) Wie groß ist jetzt die Spannung zwischen den Platten des Kondensators?

   (c) Berechne die mechanísche Arbeit, die nötig ist um den Plattenabstand zu verdoppeln.

Lösung: (a) $C = \varepsilon_0\,\dfrac{A}{d} = 8{,}8542 \cdot 10^{-12}\,\dfrac{\text{C}}{\text{V}\cdot\text{m}} \cdot \dfrac{(0{,}18\,\text{m})^2}{0{,}0040\,\text{m}} = 72\,\text{pF}$

$W = \frac{1}{2}\,C\,U^2 = 8{,}1 \cdot 10^{-3}\,\text{J} = 8{,}1\,\text{mJ}$

$Q = C\,U = 1{,}1 \cdot 10^{-6}\,\text{C} = 1{,}1\,\mu\text{C}$

(b) Durch die Verdoppelung des Abstandes der Platten, halbiert sich die Kapazität und da der Kondensator vom Netzgerät getrennt ist, ändert sich die Ladung nicht. Wegen $U = \frac{Q}{C}$ verdoppelt sich die Spannung.

(c) $W_{\text{mech}} = \Delta W_{\text{elektrisch}} = \frac{1}{2}\frac{C}{2}\,(2\,U)^2 - \frac{1}{2}\,C\,U^2 = \frac{1}{2}\,C\,U^2 = 8{,}1\,\mathrm{mJ}$

3. Ein Gold Cap ist ein Kondensator sehr großer Kapazität. Für einen speziellen Gold Cap ist die die Spannung 6,0 V und die Kapazität 22 F.

   (a) Berechne die Ladung und die Energie, die im Kondensator gespeichert sind.

   (b) Wie groß müsste der Flächeninhalt eines Plattenkondensators mit Plattenabstand 1,0 mm sein, damit er die gleiche Kapazität wie der gegebene Gold Cap hat. Gib dein Ergebnis in der Einheit $1\,\mathrm{km}^2$ an.

   Gold Caps werden unter anderem dazu genutzt um den Betrieb von elektrischen Geräten sicherzustellen, wenn das elektrische Netz ausfällt oder nicht zur Verfügung steht. Sie übernehmen also die Aufgabe von Akkus, haben gegenüber diesen aber den Vorteil, dass man sie praktisch unendlich oft laden und entladen kann.

   (c) Es soll eine elektrische Zahnbürste, die mit einer Spannung von 12 V betrieben werden muss, durch eine geeignete Kombination von zwei Gold Caps, betrieben werden. Wie sind die beiden Kondensatoren dazu zu schalten und wie groß ist Kapazität dieser Kombination?

   (d) Die elektrische Zahnbürste hat eine Leistung von 5,0 W. Wie groß ist der Widerstand der Zahnbürste und nach welcher Zeit ist die Spannung an den Gold Caps um 10% abgefallen? Der Innenwiderstand der Gold Caps darf dabei vernachlässigt werden.

Lösung: (a) $Q = C\,U = 0{,}13\,\mathrm{kC}$, $W_{\text{elektrisch}} = \frac{1}{2}\,C\,U^2 = 0{,}40\,\mathrm{kJ}$.

(b) $C = \varepsilon_0\,\frac{A}{d} \quad\Rightarrow\quad A = \frac{d\,C}{\varepsilon_0} = 2{,}5\,\mathrm{km}^2$.

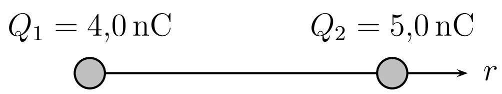
(c) Die beiden Kondensatoren sind in Reihe zu schalten. Die Kapazität dieser Reihenschaltung ist 11 F.

(d) $P = \frac{U^2}{R} \quad\Rightarrow\quad R = \frac{U^2}{P} = 29\,\Omega$

$U\,(t) = U_0\,\mathrm{e}^{-\frac{t}{R\,C}} \quad\Rightarrow\quad 0{,}90\,U_0 = U_0\,\mathrm{e}^{-\frac{t}{R\,C}} \quad\Rightarrow\quad t = -R\,C\,\ln 0{,}90 = 33\,\mathrm{s}$

3. Die Punktladung

1. Bei $r = 0$ befindet sich eine Ladung $Q_1 = 4{,}0\,\mathrm{nC}$ und bei $r = 40\,\mathrm{cm}$ eine Ladung $Q_2 = 5{,}0\,\mathrm{nC}$ ortsfest, so dass sie sich nicht bewegen können.

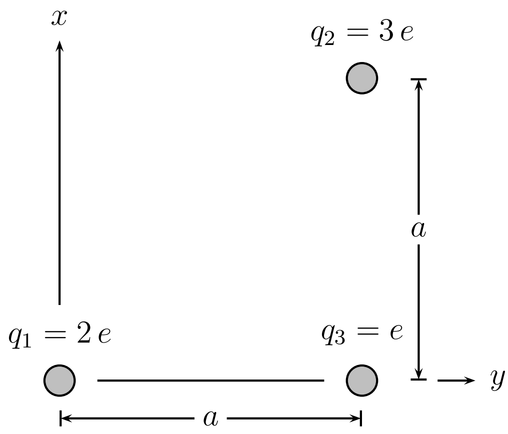


   Wo muss eine Ladung Q platziert werden, damit sie sich nicht bewegt? Welchen Betrag und welches Vorzeichen muss Q haben?

Lösung: $\dfrac{Q_1\,Q}{4\,\pi\,\epsilon_0\,r^2} = \dfrac{Q_2\,Q}{4\,\pi\,\epsilon_0\,(40\,\mathrm{cm} - r)^2} \quad \Rightarrow \quad Q_2\,r^2 = Q_1\,(40\,\mathrm{cm} - r)^2$

Die Lösungen dieser Gleichung sind $r = \left(-80\sqrt{5} - 160\right)\,\mathrm{cm} \approx -3{,}4\,\mathrm{m}$ oder $r = \left(80\sqrt{5} - 160\right)\,\mathrm{cm} \approx 19\,\mathrm{cm}$.

2. In $(0|0)$ befindet sich die Ladung $q_1 = 2\,e$, in $(a|a)$ die Ladung $q_2 = 3\,e$. q_1 und q_2 sind ortsfest. Bestimme Richtung und Betrag der Kraft, die $q_3 = e$ in $(a|0)$ erfährt in Abhängigkeit von a. Welche Beschleunigung würde die Ladung in q_1 erfahren, wenn es sich dabei um ein Proton handelt und $a = 10\,\mathrm{cm}$ ist?

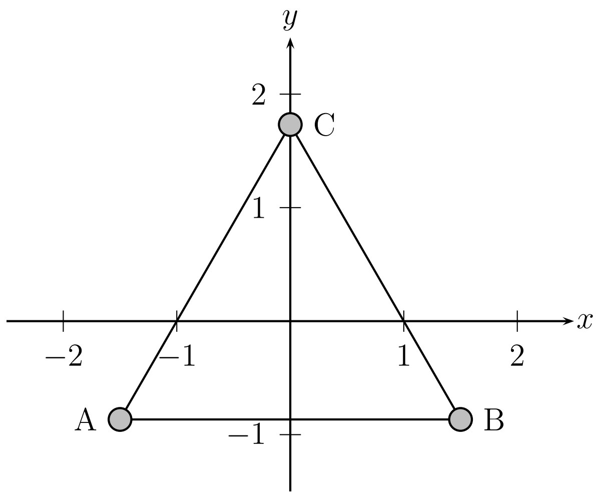


Lösung: Richtung: $\begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix}$, Betrag: $\dfrac{\sqrt{13}\,e^2}{4\,\pi\,\varepsilon_0\,a^2}$, Beschleunigung: $5{,}0 \cdot 10^3\,\mathrm{ms}^{-2}$.

3. In den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks ΔABC der Seitenlänge $a = 3{,}0\,\text{cm}$ befinden sich drei Elektronen.

   (a) Berechne den Betrag und die Richtung der Kraft auf das Elektron in B.

   (b) Welche Ladung müsste man in den Ursprung setzen, damit sich die Anordnung im Gleichgewicht befindet?



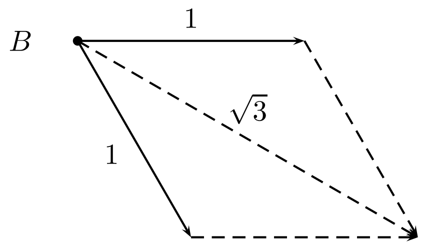
Lösung: (a) $A\left(-1{,}5|-\frac{\sqrt{3}}{2}\right), B\left(1{,}5|-\frac{\sqrt{3}}{2}\right), C\left(0|\sqrt{3}\right)$

$$\begin{aligned}
\vec{F}_{AB}+\vec{F}_{CB} &= \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{(-e)^2}{a^2}\,\frac{\overrightarrow{AB}}{\|\overrightarrow{AB}\|}+\frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{(-e)^2}{a^2}\,\frac{\overrightarrow{CB}}{\|\overrightarrow{CB}\|}\\
&= \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2}\left(\frac{\overrightarrow{AB}}{\|\overrightarrow{AB}\|}+\frac{\overrightarrow{CB}}{\|\overrightarrow{CB}\|}\right)\\
&= \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2}\left[\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}+\frac{1}{2}\begin{pmatrix}1\\-\sqrt{3}\end{pmatrix}\right]\\
&= \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2}\,\frac{1}{2}\begin{pmatrix}3\\-\sqrt{3}\end{pmatrix}
\end{aligned}$$

Also ist die Richtung $\begin{pmatrix}3\\-\sqrt{3}\end{pmatrix}$ und der Betrag $\frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2}\,\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2} = 4{,}4\cdot 10^{-25}\,\text{N}$.

Alternative:

Mit dem Kosinussatz erhält man für die Länge der Diagonalen $\sqrt{1^2+1^2-2\cdot 1\cdot 1\cdot\cos(120°)}=\sqrt{3}$. Also ist die Summe der beiden Kräfte auf die Ladung in B $\sqrt{3}$–mal so groß wie eine einzelne Kraft. Somit ist die Kraft auf die Ladung in B:



$$F_B=\sqrt{3}\,\frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2}$$

(b) Die Richtung von $\vec{F}_{AB} + \vec{F}_{CB}$ und von $\overrightarrow{BO}$ sind entgegengerichtet.

$$\frac{3\sqrt{3}}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q\,e}{\left(\frac{a}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

$$\frac{3\sqrt{3}}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{e^2}{a^2} = \frac{3}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q\,e}{a^2}$$

$$\sqrt{3}\,e = q$$

Bemerkung: Eine solche Ladung existiert nicht, da frei vorkommende Ladungen nur als ganzzahlige Vielfache der Elementarladung e vorkommen.

4. Anwendungen

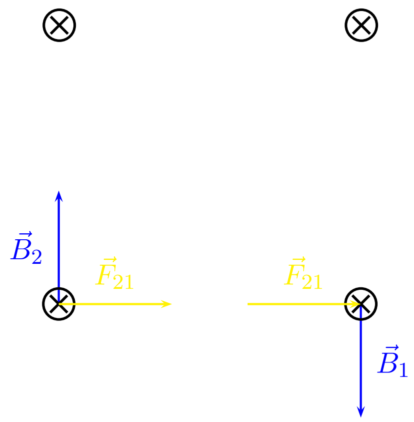
Teil II.

Das magnetische Feld

5. Das homogene magnetische Feld

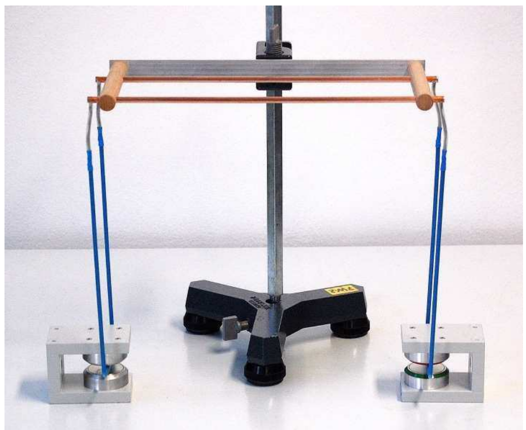
1. In der nebenstehenden Zeichnung sind zwei stromdurchflossene, geradlinige Leiter abbgebildet (Blickrichtung in Richtung des Leiters; es ist die technische Stromrichtung eingezeichnet). Begründe, dass sich die beiden Leiter anziehen.

   Lösung: Ein stromdurchflossener Leiter ist von einem kreisförmigen Magnetfeld umgeben. Dieses Magnetfeld ist auch am Ort der jeweils anderen Leiters vorhanden. Ein stromdurchflossener Leiter erfährt in einem Magnetfeld eine Kraft, die sogenannte Lorentzkraft. Ihre Richtung ermitteln wir mit der Rechten–Hand–Regel.



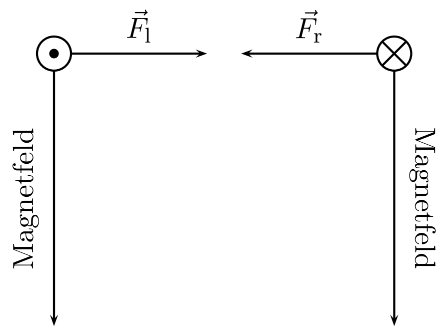
2. **Die Doppelleiterschaukel 1**

   Das nebenstehende Bild zeigt eine doppelte Leiterschaukel. Das sind zwei Leiterschaukeln, die leitend durch zwei Kupferstangen miteinander verbunden sind. Das horizontale Stück jeder der beiden Leiterschaukeln befindet sich jeweils im Feld eines sehr starken Permanentmagneten. Wir betrachten nun die rechte Leiterschaukel. Der Hufeisenmagnet hat unten einen Süd– und oben einen Nordpol. Nun wird die Leiterschaukel nach links bewegt. Daraufhin bewegt sich die linke Leiterschaukel nach rechts. Wie muss demzufolge das Magnetfeld des linken Hufeisenmagneten orientiert sein?



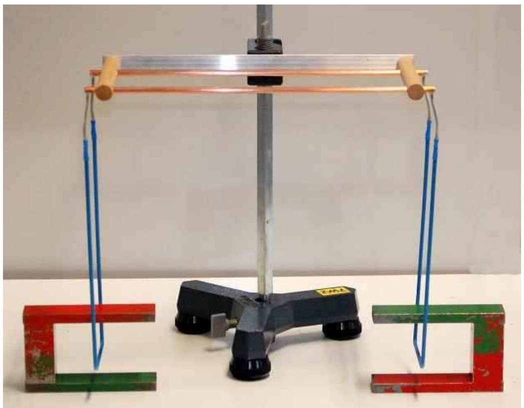
Doppelleiterschaukel

Lösung: Am Ort der rechten Leiterschaukel weist das Magnetfeld nach unten. Die Elektronen im Leiter erfahren eine Kraft nach links. Dadurch entsteht ein Strom. Dabei weist die technische Stromrichtung in die Zeichenebene. Am Ort des linken Leiters weist dann die technische Stromrichtung aus der Zeichenebene. Die Kraft ist nach Vorraussetzung nach rechts gerichtet. Mit der ,,rechten Hand–Regel" findet man dann, dass das Magnetfeld nach unten gerichtet ist.



3. **Die Doppelleiterschaukel 2**

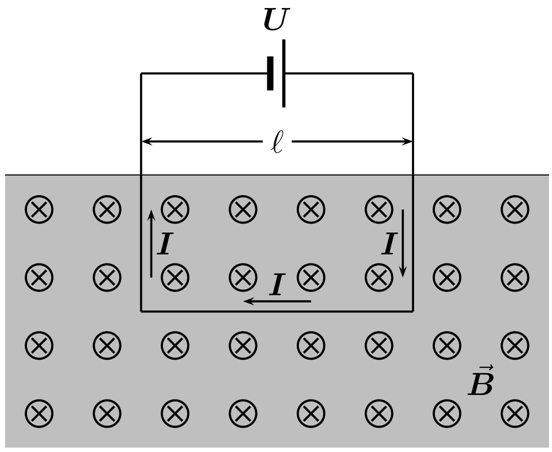
   Das nebenstehende Bild zeigt eine doppelte Leiterschaukel. Das sind zwei Leiterschaukeln, die leitend durch zwei Kupferstangen miteinander verbunden sind. Das horizontale Stück jeder der beiden Leiterschaukeln befindet sich jeweils im Feld eines Permanentmagneten. Nun wird die rechte Leiterschaukel nach links bewegt. Wieso und wohin bewegt sich der linke Teil der Doppelleiterschaukel, der sich im Magnetfeld befindet?



Doppelleiterschaukel

Lösung: Durch die Bewegung der rechten Leiterschaukel nach links wird in dieser ein Strom induziert, wobei die technische Stromrichtung aus der Zeichenebene weist. Weil beide Leiterschaukeln leitend miteinander verbunden sind, fließt auch in der linken Leiterschaukel ein Strom. Dieser ist in der linken Leiterschaukel in die Zeichenebene gerichtet. Ein stromdurchflossener Leiter in einem Magnetfeld erfährt eine Kraft. Mit der ,,rechten–Hand–Regel" findet man, dass die Kraft auf die linke Leiterschaukel nach links weist.

4. Nebenstehend ist ein im Unterricht durchgeführter Versuch skizziert. Es befindet sich eine vom Strom I durchflossene Leiterschleife der horizontalen Ausdehnung ℓ in einem Magnetfeld der Flussdichte $\vec{B}$.



   (a) Bestimme die Richtung der Kräfte auf sämtliche sich im Magnetfeld befindlichen Leiterstücke.

   (b) Nun soll die Kraft F auf das horizontale Leiterstück in Abhängigkeit der Stromstärke I quantitativ untersucht werden. Dabei ergaben sich folgende Messwerte:

I in A	0	2,0	4,0	6,0	8,0
F in 10^{-2} N	0	2,9	6,0	9,1	12

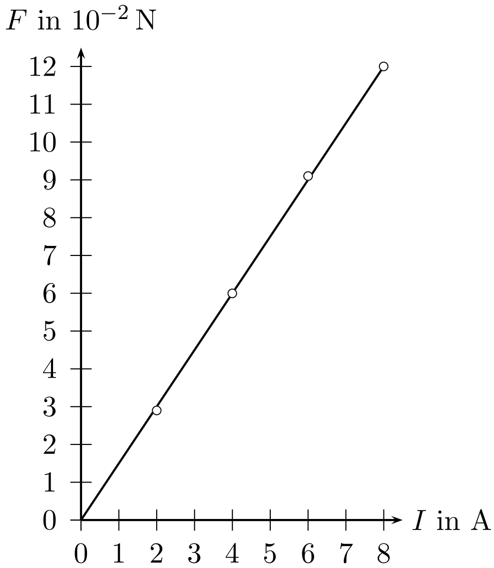
   Erstelle das zugehörige I–F–Diagramm. Welcher Zusammenhang zwischen der Stromstärke I und der Kraft F lässt sich damit belegen?

   (c) In einem weiteren Versuch wurde gefunden, dass die Kraft F und die Länge ℓ des Leiterstücks direkt proportional sind. Formuliere schließlich einen einzigen Zusammenhang zwischen den drei Größen I, ℓ und F.

   (d) Berechne den Betrag der magnetischen Flussichte B, wenn bekannt ist, dass die Versuchsergebnisse aus der Teilaufgabe b) mit einer Leiterschleife der horizontalen Ausdehnung $\ell = 20\,\text{cm}$ erzielt wurden.

Lösung: (a) Kraft auf linken Leiter nach links, auf rechten nach rechts und auf unteren nach unten.

(b)



F ist direkt proportional zu I.

(c) $F \sim I \cdot \ell$

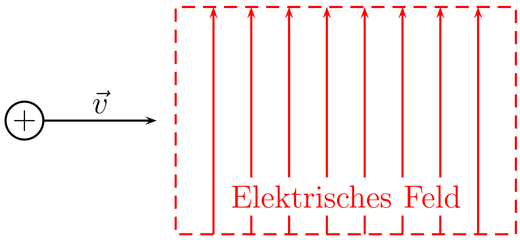
(d) $B = \dfrac{F}{I\,\ell} = \dfrac{12 \cdot 10^{-2}\,\mathrm{N}}{8{,}0\,\mathrm{A} \cdot 0{,}20\,\mathrm{m}} = 0{,}075\,\mathrm{T} = 75\,\mathrm{mT}$

Teil III.

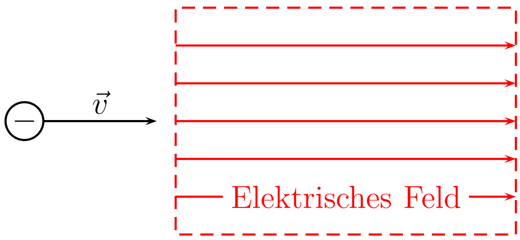
Die Bewegung geladener Teilchen in Feldern

6. Die Bewegung im elektrischen Feld

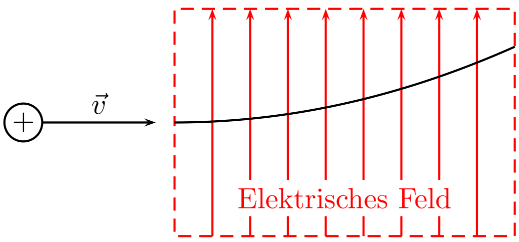
1. (a) Ein positiv geladenes Teilchen kommt von links und tritt in homogenes, d.h. nach Stärke und Richtung, konstantes elektrisches Feld, das scharf begrenzt ist. Das positive Teilchen hat eine konstante Geschwindigkeit $\vec{v}$. Skizziere den Verlauf der Bewegung des Teilchens innerhalb des Feldes.



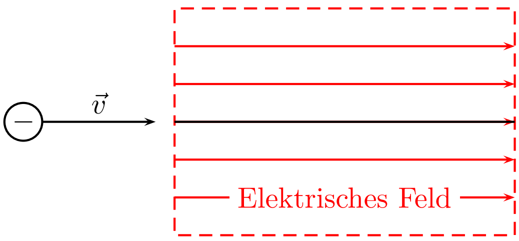
   (b) Gegenüber der vorigen Aufgabe ist das elektrische Feld nun um 90° im Uhrzeigersinn gedreht und das Teilchen ist nun negativ geladen. Skizziere ebenfalls den Weg den das positiv geladene Teilchen nimmt. Welche Aussage kannst du über den Betrag und die Geschwindigkeit des Teilchens machen?



Lösung: (a)



(b)

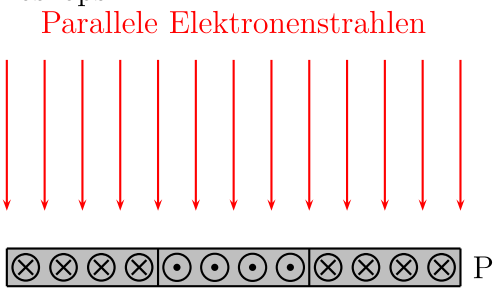


Die Richtung der Geschwindigkeit ändert sich nicht, aber der Betrag der Geschwindigkeit nimmt ab.

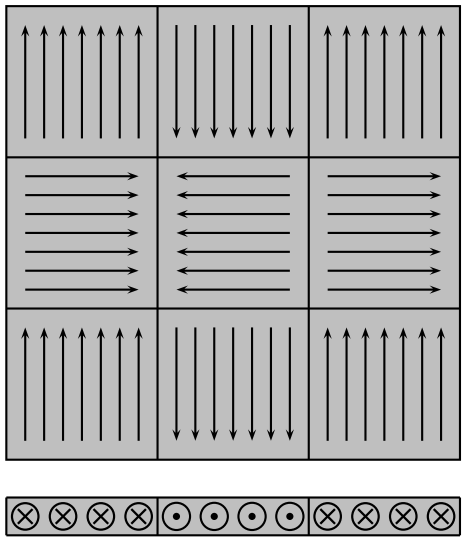
7. Die Bewegung im Magnetfeld

1. Das Prinzip des Transmissionselektronenmikroskops

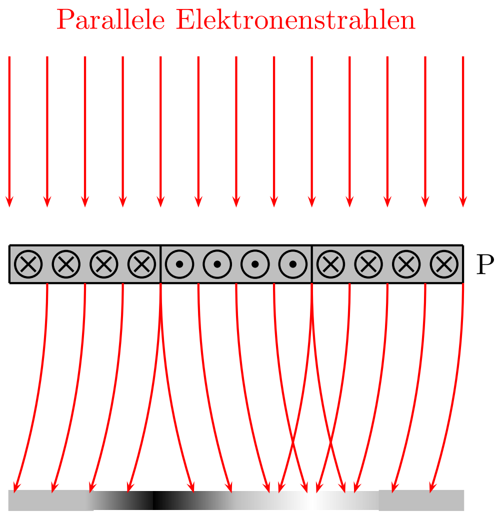
   (a) Auf eine Metallplatte P treffen viele parallele Elektronenstrahlen. Innerhalb der Metallplatte gibt es magnetische Bereiche (sog. Weißsche Bezirke), deren Orientierung (senkrecht zur Zeichenebene) eingezeichnet ist. Unterhalb der Metallplatte befindet sich eine Folie, die leuchtet wenn Elektronen auf sie treffen. Skizziere den Weg der Elektronen zwischen P und der Folie und den Helligkeitsverlauf der sich in der Folie ergibt.



   (b) In dem nebenstehenden Bild sehen wir die Platte P im oberen Teil von oben und im unteren Teil von der Seite. Skizziere den Helligkeitsverlauf in der unter der Platte liegenden Folie, die durch die auf die Folie treffenden Elektronenstrahlen verursacht wird.



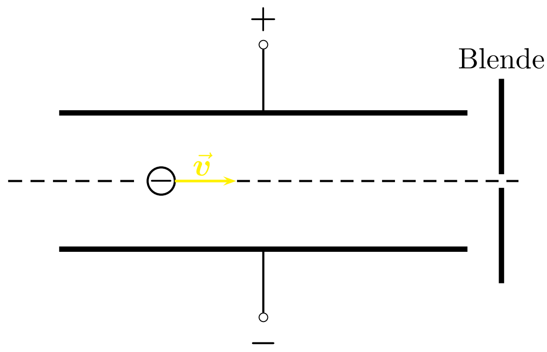
Lösung: (a)



(b)

8. Anwendungen

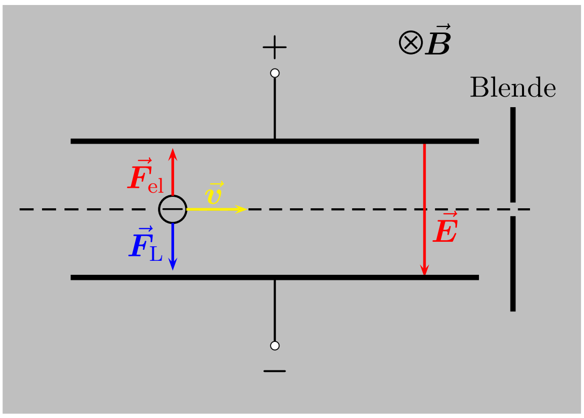
1. In den nebenstehend abgebildeten Plattenkondensator, dessen obere Platte positiv und dessen untere Platte negativ geladen ist, treten Elektronen ein.



   (a) Zeichne das elektrische Feld zwischen den Platten des Kondensators ein.

   (b) Zeichne ein Magnetfeld zwischen den Platten des Kondensators so ein, dass die Elektronen den Kondensator ohne Ablenkung durchlaufen und durch die eingezeichnete Blende durchdringen.

   Lösung:



Teil IV.

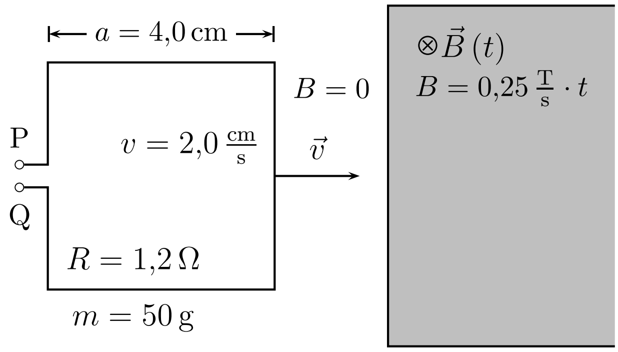
Die spezielle Relativitätstheorie

Teil V.

Die elektromagnetische Induktion

9. Die Induktion

1. Die nebenstehende Abbildung (Blick von vorn) zeigt eine Spule mit 50 Windungen von quadratischem Querschnitt mit Seitenlänge $a = 4{,}0\,\text{cm}$ zum Zeitpunkt 0.
   Die Spule bewegt sich mit der Geschwindigkeit $\vec{v}$ vom Betrag $v = 2{,}0\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ nach rechts. Ihre rechte Begrenzung befindet sich zum Zeitpunkt 0 vom Rand eines scharf begrenzten Magnetfeldes 2,0 cm entfernt.



   Die magnetische Flussdichte $\vec{B}\,(t)$ wächst linear mit der Zeit t und ist bei Eintritt der Spule gerade 0.

   (a) Bestimme die Polarität der zwischen P und Q induzierten Spannung, während die Spule in das Magnetfeld eintritt (Begründung!).

   (b) Berechne den Betrag der zwischen P und Q induzierten Spannung $|U_{\text{ind}}|$ und zeichne den Verlauf dieser Spannung in ein t–U_{ind}–Diagramm für $t \in [0; 4{,}0\,\text{s}]$ (2 cm entsprechen 1 s).

   (c) Zum Zeitpunkt $t = 4{,}0\,\text{s}$ werden die Enden der Spule kurzgeschlossen. Berechne den Betrag der Beschleunigung, die die Spule zu diesem Zeitpunkt erfährt. In welche Richtung ist diese Beschleunigung gerichtet? Mit welcher physikalischen Regel kann man dies begründen?

Lösung: (a) Q negativ, P positiv. Begründung mit Lorentzkraft.

(b) Magnetischer Fluss:

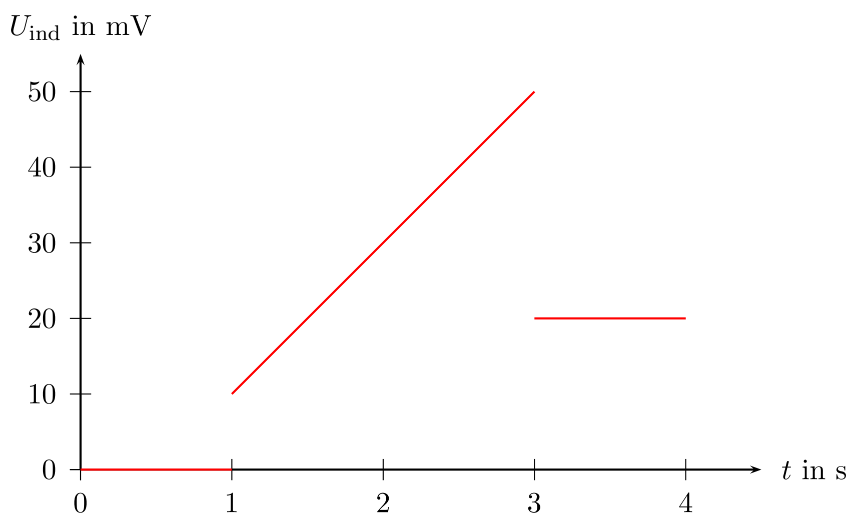
$$|\Phi(t)| = \begin{cases} 0, & \text{falls} \quad 0 \leqq t < 1\,\text{s} \\ a\,(v\,t - 0{,}020\,\text{m}) \cdot 0{,}25\,\frac{\text{T}}{\text{s}} \cdot t, & \text{falls} \quad 1\,\text{s} \leqq t < 3\,\text{s} \\ a^2 \cdot 0{,}25\,\frac{\text{T}}{\text{s}} \cdot t, & \text{falls} \quad 3\,\text{s} \leqq t \end{cases}$$

Induzierte Spannung:

$$|U_{\text{ind}}(t)| = \left|N\,\dot\Phi(t)\right| = \begin{cases} 0, & \text{falls} \quad 0 \leqq t < 1\,\text{s} \\ N\,\left(2\,a\,v\cdot 0{,}25\frac{\text{T}}{\text{s}}\cdot t - a\cdot 0{,}020\,\text{m}\cdot 0{,}25\frac{\text{T}}{\text{s}}\right), & \text{falls} \quad 1\,\text{s} \leqq t < 3\,\text{s} \\ N\,a^2\cdot 0{,}25\,\frac{\text{T}}{\text{s}}, & \text{falls} \quad 3\,\text{s} \leqq t \end{cases}$$

$$= \begin{cases} 0, & \text{falls} \quad 0 \leqq t < 1\,\text{s} \\ 20\,\text{mV}\cdot t - 10\text{mV}, & \text{falls} \quad 1\,\text{s} \leqq t < 3\,\text{s} \\ 20\,\text{mV}, & \text{falls} \quad 3\,\text{s} \leqq t \end{cases}$$

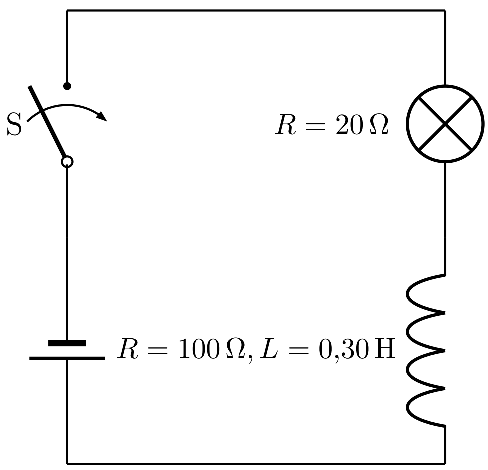
t–U_{ind}–Diagramm:



(c) $50\cdot 4\,B\,\dfrac{U_{\text{ind}}}{R}\,a = m\,\ddot x \quad \Rightarrow \quad \ddot x = \dfrac{50\cdot 4\,a\,B\,(4{,}0\,\text{s})\;U_{\text{ind}}\,(4{,}0\,\text{s})}{R\,m} = 2{,}7\cdot 10^{-2}\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$

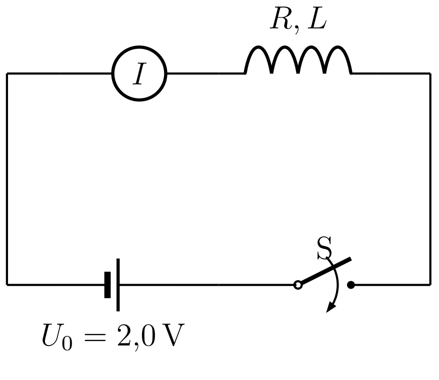
10. Die Selbstinduktion

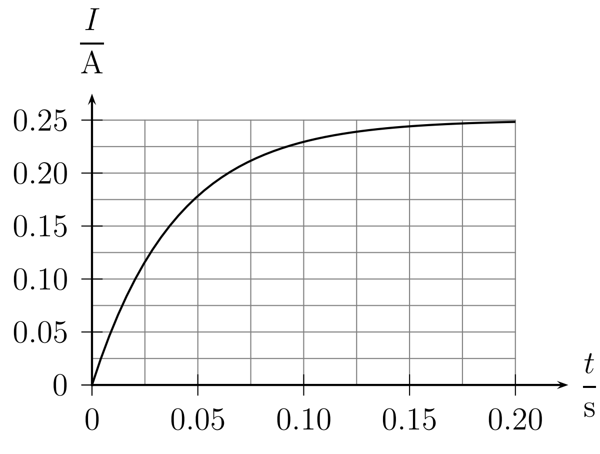
1. In der nebenstehend abgebildeten Schaltskizze liefert die Batterie eine Spannung von 24 V. Zur Zeit 0 wird der Schalter S geschlossen.
   (a) Berechne die maximale Stromstärke die sich (nach hinreichend langer Zeit) einstellt.
   (b) Nach welcher Zeit beträgt die Stromstärke 90% (99%) der maximalen Stromstärke?



Lösung: 0,20 A; 5,8 ms; 12 ms.

2. Um den Widerstand und die Induktivität einer Spule zu ermitteln wurde in dem Versuch, dessen zugehörige Schaltskizze unten links wiedergegeben ist, der Schalter S zum Zeitpunkt 0 geschlossen. Der zeitliche Verlauf der Stromstärke I wurde dabei mit einem Meßwerterfassungssystem aufgenommen und ist unten rechts wiedergegeben.





Berechne R und L. Dabei sind die Werte aller benötigten Größen der Schaltskizze und dem t–I–Diagramm zu entnehmen.

Lösung: $R = 8{,}0\,\Omega, L = 0{,}33\,\mathrm{H}$

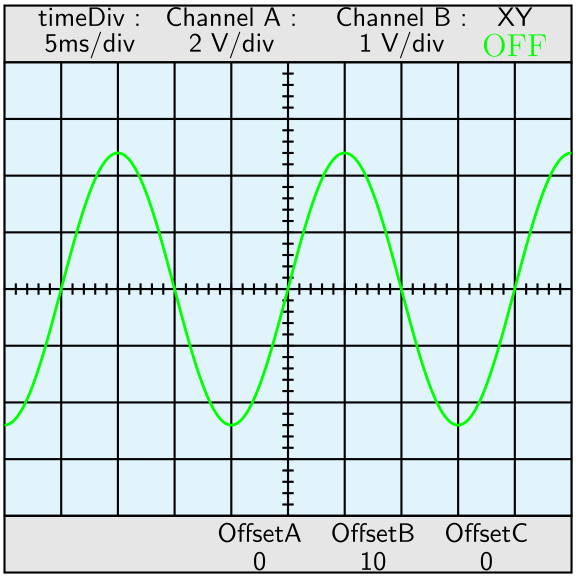
11. Anwendungen

Teil VI.

Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

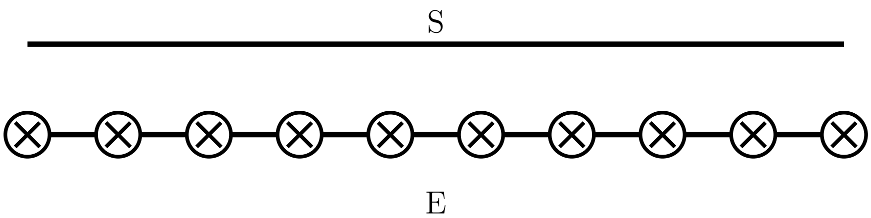
12. Elektromagnetische Schwingungen

1. In einem Magnetfeld dreht sich eine Spule mit 50 Windungen und der Spulenfläche $30\,\mathrm{cm}^2$. Dabei steht die Rotationsachse senkrecht zur Magnetfeldrichtung. Nebenstehend ist der zeitliche Verlauf der induzierten Spannung mit einem Oszilloskop sichtbar gemacht. Berechne den Betrag der Flussdichte des Magnetfeldes.



Lösung: $B = \dfrac{U_0 \cdot T}{2\,\pi\,N\,A} = \dfrac{4{,}8\,\mathrm{V} \cdot 0{,}020\,\mathrm{s}}{2\,\pi \cdot 50 \cdot 30 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{m}} = 0{,}10\,\mathrm{T}.$

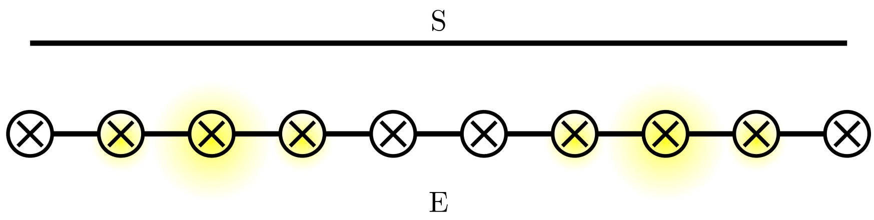
2. In der unten stehenden Abbildung symbolisiert S einen Stabdipol, der zur ersten Oberschwingung angeregt wird. Mit dem Empfänger E, der sich in unmittelbarer Nähe zu S befindet, weist man durch die darauf angebrachten Glübirnen die Stromstärke nach.
   (a) Welche Lagebeziehung sollte E bezüglich S haben, damit der Empfang optimal ist?
   (b) Welche Länge sollte E für ein bestmögliches Versuchsergebnis haben?
   (c) Skizziere die Helligkeitsverteilung, die sich für die auf E angebrachten Glühbirnen ergibt.



Lösung: (a) E und S sollten parallel sein.

(b) E und S sollten diesselbe Länge haben.

(c)



3. Für eine Standard–LED ist die zulässige Betriebsspannung 2,1 V. Dabei fließt durch die LED ein Strom der Stärke 10 mA. Welchen Vorwiderstand muss man wählen, wenn für den Betrieb der LED nur eine Batterie mit einer Klemmenspannung von 9,0 V zur Verfügung steht?

Lösung: $\frac{9{,}0\,\mathrm{V} - 2{,}1\,\mathrm{V}}{10\,\mathrm{mA}} = 0{,}69\,\mathrm{k\Omega}$

13. Elektromagnetische Wellen

14. Anwendungen