



Grundwissen

Physik

Jahrgangsstufe 9

1. Elektrische Felder und Magnetfelder

1.1 Elektrisches Feld

Elektrisches Kraftgesetz:

Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab, ungleichnamige Ladungen ziehen sich an.

Definition:

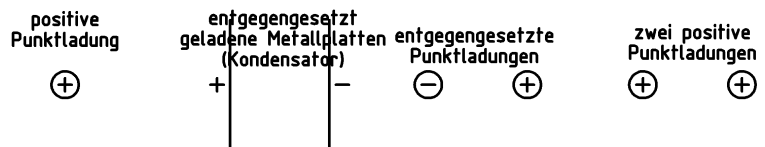
Das elektrische Feld \vec{E} zeigt immer in die Richtung, in die eine elektrische Kraft auf eine gedachte positive Probeladung wirkt.

Bemerkung:

Eine elektrische Kraft auf eine Probeladung wird von einer anderen Ladung erzeugt, deshalb wird auch ein elektrisches Feld von einer Ladung erzeugt.

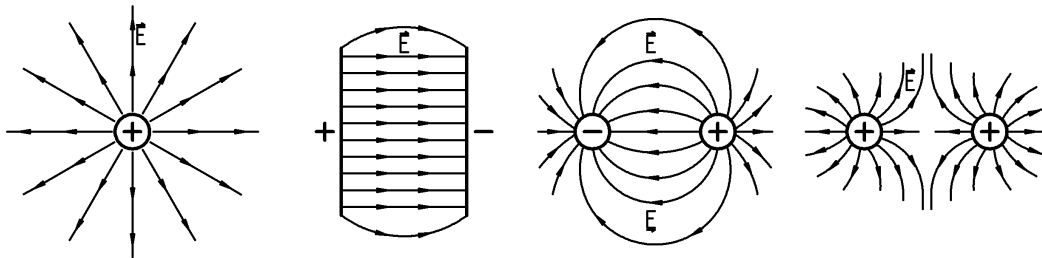
Aufgabe:

Skizziere die elektrischen Felder für die vier Ladungsverteilungen rechts.



Lösung:

- Beim Zeichnen musst du aufpassen, das dort wo das elektrische Feld stärker ist auch die Feldlinien dichter sind.
- Feldlinien dürfen sich niemals schneiden oder berühren



Wichtige Eigenschaft von elektrischen Feldlinien:

- ➔ E-Feldlinien beginnen bei positiven Ladungen und enden bei negativen Ladungen

1.2 Magnetfeld

Bemerkung: Das Formelzeichen für die magnetische Feldstärke ist ein H. Da wir aber in der 11ten Klasse beim rechnen immer die magnetische Flussdichte B benutzen, die nur ein Vielfaches von H ist, kennzeichnen wir Magnetfelder auch jetzt schon mit einem B.

Definition:

Das Magnetfeld zeigt immer in die Richtung, in die eine Kraft auf den Nordpol eines gedachten Probemagneten wirkt.

Rechte-Hand-Regeln:

→ Finger der rechten Hand gekrümmt, Daumen abgespreizt

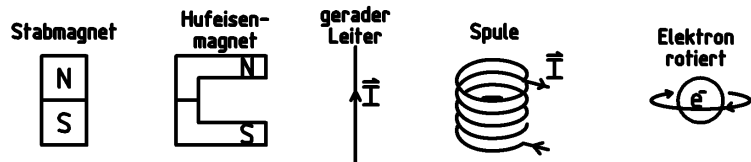
| gerader Leiter | Spule (Kreisstrom) |
|----------------------------------|---|
| Daumen → Stromrichtung im Leiter | Finger → Stromrichtung des Kreisstroms |
| Finger → Richtung der Feldlinien | Daumen → Feldlinien im Innern der Spule |

Vorsicht:

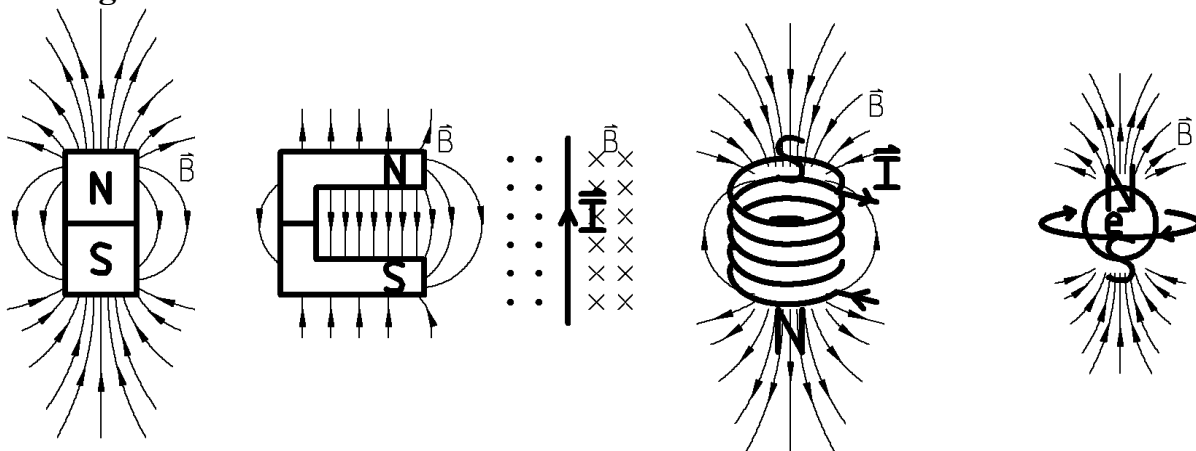
Die Elektronen bewegen sich immer entgegengesetzt zur Stromrichtung.

Aufgabe:

Skizziiere die Magnetfelder für die fünf Beispiele rechts. Beschrifte bei Spule und Elektron jeweils Nordpol und Südpol.



Lösung:



Wichtige Eigenschaft von Magnetischen Feldlinien

→ Magnetische Feldlinien haben keinen Anfang und kein Ende. Es sind immer geschlossene Kurven.

Wer erzeugt die Felder?

Elektrische Felder

- werden von elektrischen Ladungen erzeugt

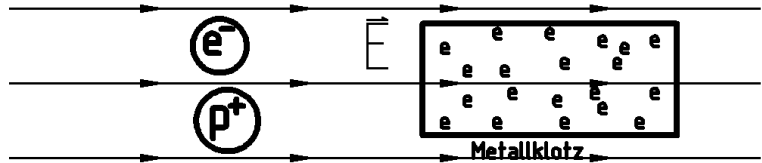
Magnetfelder

- werden von sich bewegenden elektrischen Ladungen erzeugt
- die bewegten Ladungen in Permanentmagneten sind rotierende Elektronen (siehe oben)

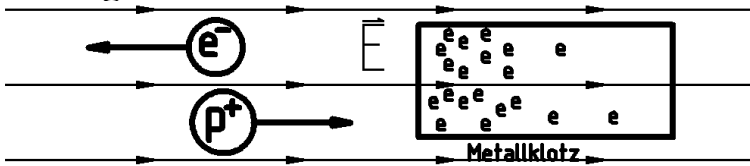
1.3 Kräfte in den Feldern

Aufgabe:

Zeichne die Kraft auf das Elektron und auf das Proton im E-Feld ein. Was passiert mit den freien Elektronen im Metallklotz?



Lösung:



Merke:

Auf eine positive Ladung wirkt eine Kraft in Richtung der E-Feldlinien, auf eine negative Ladung umgekehrt.

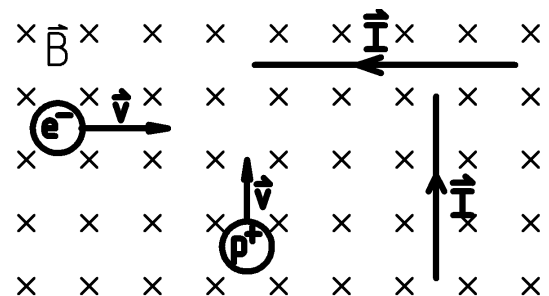
Lorentzkraft:

Kraft auf eine bewegte Ladung (stromdurchflossenen Leiter) im Magnetfeld.

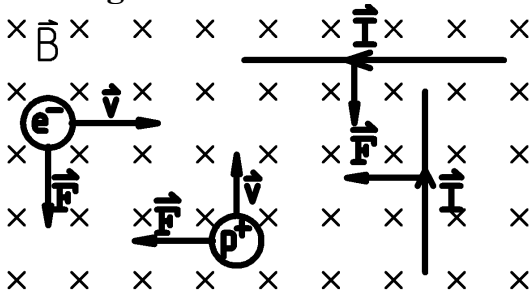
Drei-Finger-Regel: Daumen → Stromrichtung der bewegten Ladung (Ursache)
 (Rechte Hand) Zeigefinger → Magnetfeld-Richtung (Vermittlung)
 Mittelfinger → Richtung der Kraft

Aufgabe:

Zeichne jeweils die Kraft auf die bewegte Ladung bzw. den stromdurchflossenen Leiter ein.



Lösung:



Auf welche Körper wirken elektrische oder magnetische Kräfte?

Elektrische Felder

Auf alle elektr. geladenen Körper wirkt eine Kraft

Magnetische Felder

Nur auf bewegte geladene Körper wirkt eine Kraft.

1.4 Induktion

Wenn durch die Vermittlung eines Magnetfeldes in einer Leiterschleife eine Spannung (und eventuell ein elektrischer Strom) erzeugt wird, dann spricht man von Induktion.

Induktionsgesetz:

Immer dann, wenn sich der magnetische Fluss (d.h. die Anzahl der magnetischen Feldlinien) durch eine Leiterschleife verändert wird in der Leiterschleife eine Spannung induziert.

Regel von Lenz:

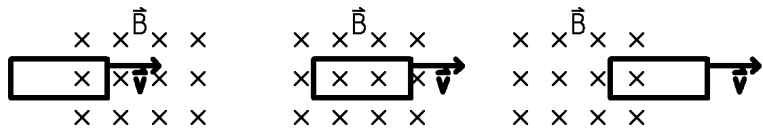
Die induzierte Spannung ist stets so gerichtet, dass der induzierte Strom der Induktionsursache (also der Veränderung des magnetischen Flusses) entgegenwirkt.

M.a.W.:

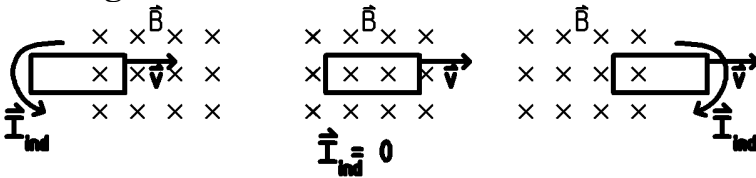
Die Leiterschleife versucht immer zu schaffen, dass der magnetische Fluss so bleibt wie er gerade ist.

Aufgabe: Bewegter Leiter

Eine Leiterschleife bewegt sich durch ein Magnetfeld. Zeichne in jeder Situation den induzierten Strom ein.

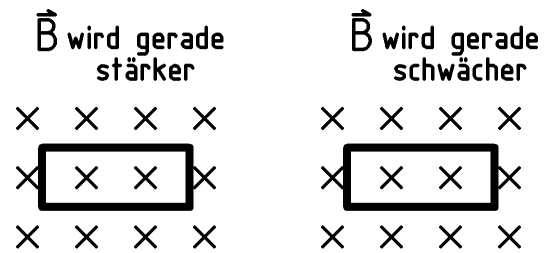


Lösung:

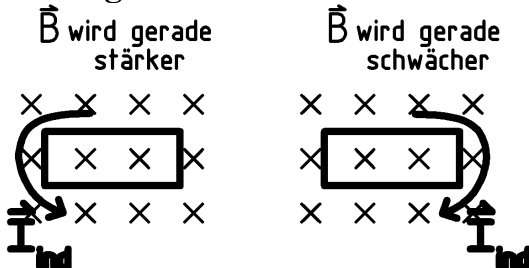


Aufgabe: Ruhender Leiter

Leiterschleife liegt in einem sich verändernden Magnetfeld. Zeichne in jeder Situation den induzierten Strom ein.

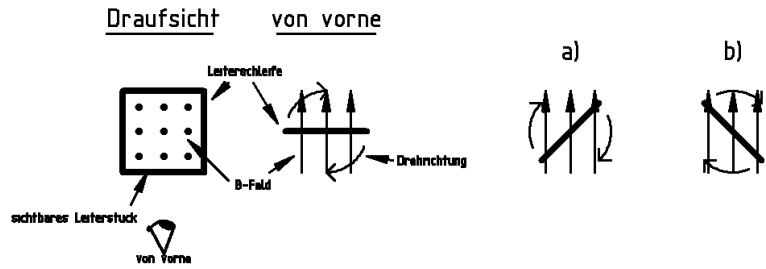


Lösung:

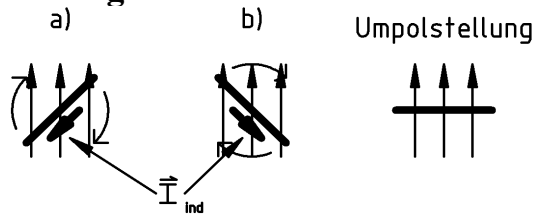


Aufgabe: Sich drehende Schleife

In der Ansicht von vorne sehen wir nur ein einziges Leiterstück der Schleife. Zeichne in den Stellungen a) und b) jeweils die Richtung des induzierten Stroms in diesem Leiterstück ein.



Lösung:



2. Kinematik

Definitionen:

Geschwindigkeit

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

gilt nur, wenn die Geschwindigkeit konstant ist

Beschleunigung

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

gilt nur wenn die Beschleunigung konstant ist

2.1 Diagramme

t-x-Diagramm

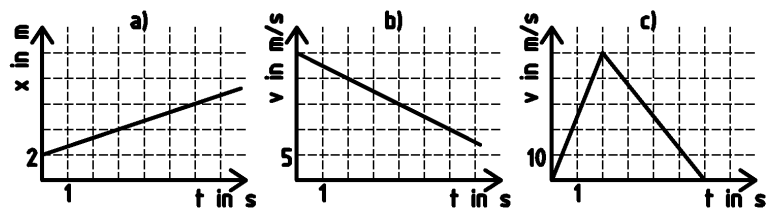
- Steigung im t-x-Diagramm ist die Geschwindigkeit → Steigungsdreieck

t-v-Diagramm

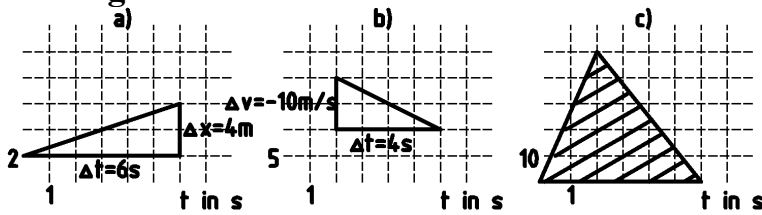
- Steigung im t-v-Diagramm ist die Beschleunigung → Steigungsdreieck
- Die überstrichene Fläche im t-v-Diagramm ist der zurückgelegte Weg Δx .

Aufgabe:

Bestimme in a) die Geschwindigkeit, in b) die Beschleunigung und in c) den insgesamt zurückgelegten Weg.



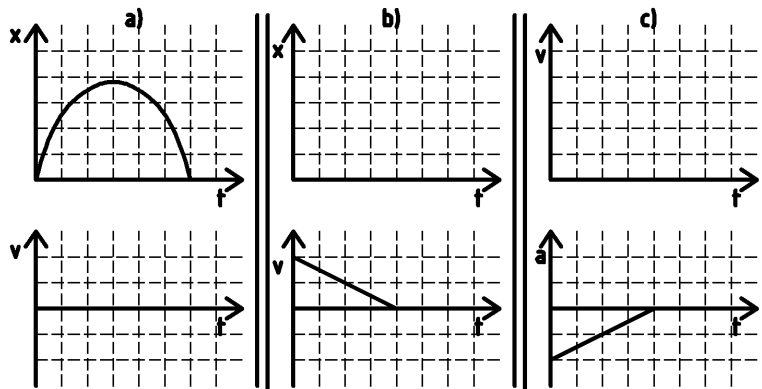
Lösung:



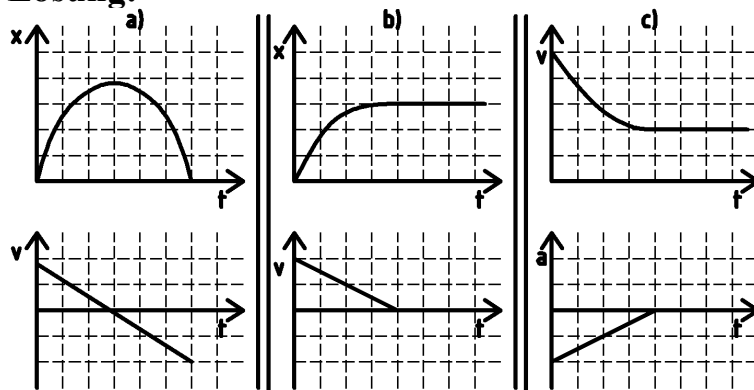
a) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4\text{m}}{6\text{s}} = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ b) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4\text{s}} = -2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ c) $\Delta x = \frac{1}{2} \cdot 6\text{s} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 30\text{m}$

Aufgabe:

Ein Diagramm ist jeweils gegeben, skizziere das zweite Diagramm passend zum ersten.



Lösung:



2.2 Gleichungen

Ortsfunktion: $x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

Geschwindigkeitsfunktion: $v(t) = v_0 + a \cdot t$

Nützliche Formel: $v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot \Delta x$

} alle Gleichungen gelten nur dann, wenn die Beschleunigung konstant ist!

Woher bekommt man die Beschleunigung?

Aus dem zweiten Newtonschen Gesetz $\rightarrow F = m \cdot a$

3. Atome

3.1 Rutherford

Der Versuch

→ sehr dünne Goldfolie wird mit Alphateilchen (Helium-Atomkernen) beschossen.

Vor dem Versuch schon bekannt

- in den Atomen befinden sich Elektronen (sehr leicht; negativ geladen)
- ein ganzes Atom ist elektrisch neutral
- Alphateilchen sind sehr schwer und positiv geladen

Versuchsausgang und Schlussfolgerungen

1. der Großteil der Alphateilchen geht ohne wesentliche Ablenkung durch die Folie
 - der Großteil des (Gold-)Atoms muss so gut wie leer sein, also eine sehr geringe Dichte haben
2. einige Alphateilchen werden stark abgelenkt, wenige sogar reflektiert
 - es muss eine sehr kleine Massenkonzentration im Atom geben, die den Großteil der Masse des Atoms enthält

Resümee:

Atom muss aus schwerem, sehr kleinem und positiv geladenem Atomkern und sehr leichter, negativ geladener Elektronenhülle bestehen.

3.2 Aufnahme und Abgabe von Energie

geschieht durch Stöße mit anderen Teilchen oder durch Absorption oder Emission von Licht.

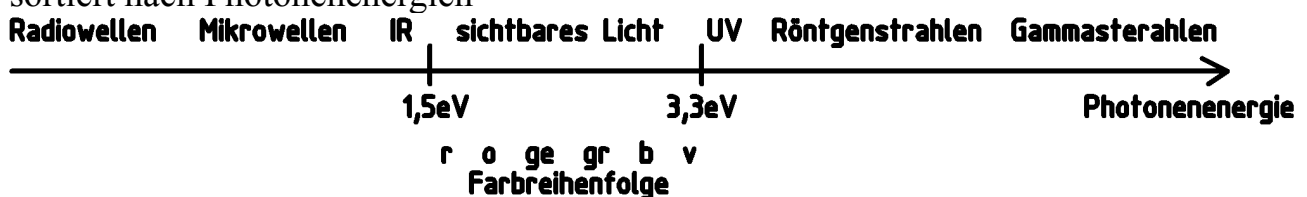
Licht

ist der für das menschliche Auge sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums. Licht besteht aus Energiepaketen sogenannten Photonen.

Elektronenvolt; eV $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$

Das elektromagnetische Spektrum

sortiert nach Photonenenergien



Versuche zeigen

Atome können nur Energien ganz bestimmter Größe (diskret) aufnehmen oder abgeben.

Schlussfolgerung

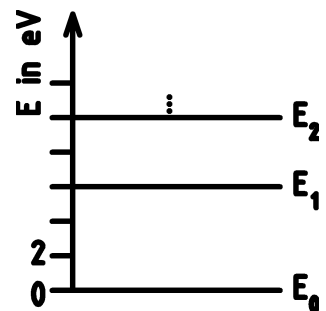
- ➔ Atome können nur ganz bestimmte Energie-Niveaus annehmen, und keine Energie zwischen zwei Niveaus. Die aufgenommene oder abgegebene Energie muss dem Unterschied zweier Energie-Niveaus entsprechen.
- ➔ Elektronen können sich nur auf ganz bestimmten Schalen befinden und nicht zwischen zwei möglichen Schalen. Bei Aufnahme oder Abgabe von Energie springt (oder fällt) ein Elektron (meist ein Außenelektron) von einer Schale auf eine andere.

Aufgabe:

Welche Energien kann ein Atom mit dem Energie-Niveau-Schema rechts aufnehmen oder abgeben.

Lösung:

$$\Delta E = 6eV ; 10eV \text{ oder } 4eV$$



Wichtig:

Das stimmt nur, wenn das Atom ganz alleine ist, der Stoff muss also gasförmig sein. Wenn ein Atom an andere Atome gebunden ist (Moleküle, Festkörper oder Flüssigkeiten) ergeben sich für die Außenelektronen ganz andere Elektronen-"Schalen" und deshalb auch ganz andere Energie-Niveaus.

4. Radioaktiver Zerfall

Beschreibung von Atomen :

- | | |
|-------------|---|
| A | Z : Kernladungszahl, Ordnungszahl, |
| $Kü_{rzel}$ | Protonenzahl (bestimmt das Element) |
| Z | A: Massenzahl (Protonen und Neutronen zusammen) |
| | Kü: Bezeichnung des Elements |

Begriffe:

Nuklide → die verschiedenen Atomsorten

Isotope → die verschiedenen Atomsorten eines Elements (gleiche Ordnungszahl)

Zerfallsarten:

→ γ -Zerfall: Atomkern fällt von einem angeregten Zustand in einen energetisch niedrigeren Zustand

→ β^- -Zerfall: ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$

→ β^+ -Zerfall: ${}_1^1p^+ \rightarrow {}_0^1n + e^+ + \nu_e$

Das kann aber nur ein Proton im Kern, ein einzelnen Proton kann das niemals.

→ α -Zerfall: Ein ${}_2^4\alpha^{2+}$ -Teilchen bricht aus dem Kern heraus. Der Tochterkern hat dann zwei Elektronen zuviel und ist deshalb zweifach negativ geladen

Aufgabe:

Stelle die Zerfallsgleichungen auf, für ${}_6^{14}C$ β^- -Zerfall, ${}_{26}^{53}Fe$ β^+ -Zerfall und ${}_{94}^{238}Pu$ α -Zerfall.

Lösung:

$${}_6^{14}C \rightarrow {}_7^{14}N^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$

$${}_{26}^{53}Fe \rightarrow {}_{25}^{53}Mn^- + e^+ + \nu_e$$

$${}_{94}^{238}Pu \rightarrow {}_{92}^{234}U^{2-} + {}_2^4\alpha^{2+}$$