

Planungsblatt Physik für die 4A

Woche 11 (von 13.11 bis 17.11)

Hausaufgaben ¹

Bis Freitag 17.11:

Lerne die Notizen von Montag und die der vorigen Woche!

Bis Dienstag 21.11:

Lerne die Notizen von Woche 11! Siehe dazu auch die Notizen, die du hier unten findest! Nimm bitte auch das Buch mit!

Kernbegriffe dieser Woche:

Spule, Influenz, Magnetismus, magnetische Influenz, Elementarmagnete, Feldlinie, Nordpol, Südpol, Magnet, Elektromagnet, Relais, Induktion

Ungefähre Wochenplanung

Schulübungen.

- (a) **Dienstag** (2. Std): (i) HÜ-Bespr. und evt. mSWH, (ii) Die Lorentzkraft für Stromdurchflossene Leiter: Gleichgerichtet ziehen sie sich an. (iii) Bilder dazu aus dem Buch studieren, (iv) Induktion: Siehe Buch! (Aufgaben und Text)
- (b) **Freitag** (5. Std): (i) HÜ-Bespr. und evt. mSWH (ii) Wie passt alles zusammen: Spule, Lorentzkraft, Induktion, Elektromagnet? (iii) Anwendungen: Relais, Schulglocke – diese muss man (wenn gefragt) skizzieren und erklären können!

Unterlagen auf www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html

¹Für manche Aufgaben wird auf Rückseite/Anhang/Buch/Arbeitsblatt verwiesen.

Ergänzung zu den Notizen

Erstes Gesetz von Kirchhoff: In einem Knoten in einem Stromkreis ist die Summe der eingehenden Stromstärken der Summe der ausgehenden Stromstärken gleich. Mit der Konvention, dass sich das Vorzeichen umdreht, wenn man eingehend in ausgehend umwandelt, heißt dies: Die Summe der eingehenden Stromstärken ist in jedem Punkt Null. Dieses Gesetz heißt auch wohl Knotengesetz und ist eine Folge davon, dass Ladung erhalten ist, und die Elektronen in einem Leiter nicht zusammengepresst werden können.

Zweites Gesetz von Kirchhoff: In jeder Schleife in einem Stromkreis ist die Summe der Spannungsunterschiede (mit Vorzeichen!) Null. Dieses Gesetz heißt auch wohl Schleifengesetz und ist eine Folge der Energieerhaltung: Geht ein Elektron in einem (stationären) Stromkreis einmal herum, muss es genauso viel Energie abgeben wie aufgenommen haben.

Elektrischer Widerstand eines Geräts ist das Verhältnis zwischen Spannung über das Gerät und Stromstärke durch das Gerät. Hierbei ist Gerät sehr breit zu verstehen. Das Symbol ist in der Regel ein R , die Einheit ist *Ohm*, was meistens aber Ω (Omega) geschrieben wird. Formel: $R = U/I$. Es gilt $1\Omega = 1[U] : [I] = 1(J/C)/(C/s) = 1Js/C^2$. Achtung: In der Regel hängt R von U ab! Die Spannung U bewirkt eine Stromstärke I , und das Verhältnis $R = U/I$ ist dann festgelegt, somit ist R eine Funktion von U .

Ohm'scher Widerstand: Ein Ohm'scher Widerstand verhält sich recht brav: Spannung und Stromstärke sind direkt proportional zu einander. Das bedeutet, dass das Verhältnis U/I konstant ist. Für Ohm'sche Widerstände hängt R damit nicht von U ab!

Ohm'sches Gesetz: Ist die Formel $R = U/I$, welche eigentlich eine Definition ist. Es gelten auch: $U = IR$ und $I = U/R$. In Worten besagt die letzte Formel: Bei gleicher Spannung gilt, dass die Stromstärke abnimmt, wenn man einen größeren Widerstand nimmt. Darum nennt man R auch Widerstand; umso größer R ist, desto mehr „Widerstand“ empfindet der Strom und somit ist die Stromstärke geringer.

Widerstände in Serie: $R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ Die Summe der Widerstände ergibt den Gesamtwiderstand. Der Gesamtwiderstand ist größer als jeder einzelner Widerstand.

Widerstände parallel: $\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ Der Kehrwert des Gesamtwiderstandes ist die Summe der Kehrwerte der Widerstände. Der Gesamtwiderstand ist kleiner als jeder einzelne Widerstand.

Influenz: Das Verschieben von Ladung aufgrund von elektrischen Feldern – sprich, durch die Anwesenheit von positiven oder negativen Ladungen.

Kapazität eines Kondensators: etwas wie Widerstand, nur halt für Kondensatoren. Symbol C . Einheit *Farad* (F) nach dem Forscher Faraday. C gibt an, was das Verhältnis Ladung zu Spannung eines Kondensators ist: $C = Q/U$. Die Energie, die in einem Kondensator gespeichert ist, wird durch $E_q = \frac{1}{2}CU^2$ angegeben.

Energie eines Kondensators: Wird ein Kondensator aufgeladen, so ist die im Kondensator gespeicherte Energie gegeben durch $E = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2C}Q^2$. Die Energie wächst also quadratisch mit der Spannung!

Energie einer Spule: Fließt Strom durch eine Spule, so wird dort ein magnetisches Feld aufgebaut; die Spule wirkt so wie ein Magnet. Um dieses magnetische Feld aufzubauen ist Energie erforderlich. Diese Energie ist gegeben durch $E = \frac{1}{2}LI^2$ wobei L eine Konstante ist, die von der Bauart der Spule abhängt, und sie wird auch wohl Induktivität genannt.

Elementarmagnet: In einem Magneten sind kleine Elementarmagnete; oft sind es Atome, oder Kombinationen von Atomen. Ein Atom kann auch ein Elementarmagnet sein, ob es das ist, hängt davon ab, wie die Elektronen im Atom organisiert sind. Eisenatome sind gute Beispiele von Elementarmagneten. Sind alle Eisenatome regelmäßig geordnet, so ist das Material magnetisch.

Polarlicht: Durch das Magnetfeld der Erde werden geladenen Teilchen, die von der Sonne kommen (sozusagen verdunstet sind), von der Erde eingefangen. Dies passiert auf großer Höhe. Diese geladenen Teilchen werden durch das Magnetfeld der Erde in Richtung der Polen gelenkt, und dann dort in die Atmosphäre – den Feldlinien nach. Beim Eindringen in die Atmosphäre prallen sie auf Atome, und dabei ist es möglich, dass diese Atome Licht aussenden. Dieses Licht hat dann eine Farbe, die typisch für das getroffene Atom ist.

Lorentzkraft: Kraft die ein magnetisches Feld auf eine sich bewegende Ladung ausübt. Diese Kraft hängt von der Geschwindigkeit ab, steht normal auf dem magnetischen Feld und auf der Geschwindigkeit. Kann somit ein Teilchen nicht schneller machen, dafür die Richtung ändern und Kreisbewegungen verursachen.

Magnetisches Feld eines stromdurchflossenen Leiters: sich bewegende Ladungen erzeugen auch ein magnetisches Feld. Um stromdurchflossene Leiter befindet sich auch ein magnetisches Feld. Die Formen der Feldlinien sind konzentrische Kreise um den Leiter in Ebenen normal auf dem Leiter.

Magnetismus anhand des Polarlichts: Mit Kurzwantworten.

Sonnenwind: Die Sonne ist ja sehr heiß. Somit verdunstet auch mal was. Tatsächlich bestrahlt die Sonne das Weltall nicht nur mit Licht, sondern auch mit Teilchen. In diesem Fall sind es vor allem Elektronen und Protonen. Diese sind geladen.

Erklären den Schweif eines Kometen und die Richtung des Schweifs! Der Sonnenwind pustet sozusagen die Oberfläche eines Kometen weg. Die weggeblasenen Teilchen schweben danach einfach im Weltall herum – und hören also bald mit glühen auf. Die Richtung ist also immer weg von der Sonne.

Feldlinien: Sie sind nur eine von uns gewählte Darstellung. Sie geben die Richtung an, in die ein Kompass weisen würde. Achtung: Geographischer Nordpol ist ein Südpol. Richtung ist also etwas willkürlich, aber wir könnten wählen: dorthin, wohin Süd einer Kompassnadel weist. Feldlinien existieren nicht echt. Aber kommen sie sich näher, dann bedeutet das schon, dass das magnetische Feld in diese Richtung stärker wird. Auch interessant: Sie sind geschlossene Kurven.

Kennst du noch mehr Dinge, die wir benutzen, um die Welt um uns (mathematisch) zu Ordnen, aber die vielleicht in Wirklichkeit nicht existieren? Linie, Gerade, Dreieck, Kreis, Äquator, Buchstabe, Wort, Zahl, ...

Influenz und Feldlinien: Eisenspäne richten sich nach dem magnetischen Feld, weil sie wie kleine Nadeln sind. Sie werden selbst auch magnetisch und ziehen dabei andere Eisenspäne an. Dort wo also schon etwas mehr Eisenspäne sind, kommen dann noch mehr dazu. So häufen sich die Eisenspäne in Längsrichtung und entlang imaginäre Linien.

Kann man Feldlinien sehen? Nein, man sieht nur das Verhalten der Eisenspäne: sie richten sich längs des magnetischen Feldes aus und bilden Grüppchen, weil sie sich anziehen, weil sie magnetisch werden.

Lorentzkraft: Bewegt sich eine Ladung in einem magnetischen Feld, so wirkt eine Kraft, die lotrecht auf Feldlinie und Geschwindigkeit steht. In der Folge fängt das Teilchen eine Art Kreisbewegung an. Da es sich schon in eine bestimmte Richtung bewegt, die nicht ganz normal auf dem magnetischen Feld steht, so entsteht in der Regel eine Spiralbahn – wie DNS, Helix. In welcher Richtung die Kreisbewegung ist, wird durch die Ladung (pos. oder neg.) bestimmt.

Kann die Lorentzkraft ein Teilchen schneller machen? Nein. Sie steht normal auf der Bewegungsrichtung, also sozusagen, weder Wind von vorne noch im Rücken. Sie ändert aber die Richtung.

Hat ein Magnet Auswirkungen auf Strom? Ja. Denn in einem stromdurchflossenen Leiter bewegen sich Elektronen.

Vielleicht könnte man so Strom erzeugen? Experiment: Magnet in Spule geben und Stromstärke messen. Richtung und Stromstärke durch Geschwindigkeit des Magneten bestimmt. Ja. So wird Strom erzeugt: Mit Magneten die Elektronen in Bewegung versetzen. Denn ob sich das Elektron relativ zum Magneten bewegt, oder der Magnet sich relativ zum Elektron bewegt, das macht ja nichts aus!

Angeregte Atome: Die Elektronen in einem Atom können nicht irgendetwas tun: Sie können nur in ganz bestimmten Zuständen sein. Das ist eine Folge der Quantenmechanik. Die Energie, die ein Elektron in einem Atom hat, ist daher auch nicht beliebig, sondern kann nur bestimmte Werte annehmen. Im einfachsten Fall sind dies zwei Werte: Nehmen wir mal an, dass das bei Sauerstoff auch so ist: ein äußeres Elektron kann nur zwei Energiewerte haben. Kommt nun geladenes Teilchen vom Sonnenwind, das vom Magnetfeld der Erde abgelenkt und am Nordpol in die Atmosphäre geleitet wurde, und prallt auf das Atom, so wird etwas Energie auf das Atom übertragen. Ein Elektron kann also nun auf das höhere Energieniveau springen. Nach etwas

Zeit wird es nach aller Wahrscheinlichkeit zurück hüpfen und dabei genau die Energiedifferenz der beiden Zuständen wieder in Forme von Licht abgeben. Dieses Licht hat also eine ganz bestimmte Energie, die typisch für das Atom (hier Sauerstoff) ist, und somit auch eine ganz bestimmte Farben. Schlussfolgerung: Die verschiedenen Farben sind auf verschiedene Atome zurückzuführen.²

Was passiert, wenn wir das Licht vom Polarlicht durch ein Prisma leiten? Man sieht einzelne Farben; es wird also nicht wie ein Regenbogen ausschauen. Wenn eh nur eine Farbe da war, dann sehen wir auch nur die eine Farbe.

Warum sieht man Polarlichter vor allem bei den Polen? Weil dort die Teilchen vom Sonnenwind in die Erdatmosphäre geleitet werden. Die Höhe liegt auf mehreren Dutzenden Kilometern, also sicher nicht von zu weit weg sichtbar. Am Äquator sicher nicht mehr sichtbar.

Geomagnetisches Feld: sich bewegende Ladungen erzeugen auch ein magnetisches Feld. Darum erzeugt ein stromleitender Draht ein magnetisches Feld, dessen Feldlinien wie konzentrische Kreise um den Leiter aussehen. Das erdmagnetische Feld wird wahrscheinlich durch Lavaströmungen verursacht; hierbei sind also Ladungsunterschiede im Spiel! Im Erdinneren gibt es also elektrischen Ströme.

Warum ist es keine gute Idee, dich auf einen Kompass zu verlassen, wenn Geräte in der Nähe sind? Es kann auch eine gute Idee sein, wenn du dich nicht auf den Kompass verlässt: Was passiert, ist dass die Geräte die Kompassnadel auslenken lassen, aber dafür in Richtungen, die vielleicht mit Nord nicht zusammenfallen. Die Funktion des Kompass wird also beeinträchtigt.

Erkläre folgende Bedingungen auf einem Planeten für Polarlichter: Eisenkern (oder Nickel oder so) und eine Atmosphäre. Gibt es Polarlichter auf dem Mond?

Eisenkern, damit durch Strömungen (Strom!?) ein magnetisches Feld erzeugt wird, denn das vorhandene Material muss schon magnetisierbar sein. Wenn keine Atmosphäre da ist, werden keine Atome durch die Teilchen des Sonnenwindes angeregt, denn es gibt keine um auf welche zu prallen. Auf dem Mond gibt es somit keine Polarlichter. Auf Mars und Venus auch nicht. Die Polarlichter auf Jupiter sind mit mehreren Aufnahmen gut dargestellt geworden.

Warum erzeugt eine Spule ein magnetisches Feld? Kannst du Anwendungen ausdenken? Eine Spule ist ein (stromdurchflossener) Leiter (wenn Strom läuft), und dadurch dass die Windungen parallel laufen, verstärken sich die magnetischen Felder, und die ganze Konstruktion wird wie ein (großer) Magnet. Natürlich kannst du dir Anwendungen ausdenken: Elektromagnet, elektrisches Schloss, elektrische Verriegelung, Relais, Schalter auf Distanz, . . .

²Kleine Ausnahmen: Sauerstoffatome haben nicht nur zwei Zustände, also gibt es einige Farben, die auf Sauerstoff zurückzuführen sind. Also etwas komplizierter ist es in eigentlich schon, die Idee ist aber gleich.