

# Planungsblatt Physik für die 6B

Woche 8 (von 22.10 bis 26.10)

---

## Hausaufgaben <sup>1</sup>

---

### **Bis Donnerstag 25.10:**

Lerne die Mitschrift von Montag und voriger Woche!

### **Bis Freitag 26.10:**

Lerne die Mitschrift von Montag und Dienstag!

### **Bis Dienstag 06.11:**

Ich bin auf ein Seminar an diesem Tag!

---

## Kernbegriffe dieser Woche:

Ladungstransport, Spannung, Stromstärke, Widerstand, Lorentzkraft, das elektrische Feld

---

---

## Ungefähre Wochenplanung

---

### Schulübungen.

- (a) **Dienstag** (5. Std): (i) HÜ-Bespr. (ii) Influenz, Polarisation, Achtung: Ich werde euch  $\epsilon_r$  aus den Notizen streichen lassen; das wird nur verwirrend werden, bei Medien (Dielektrika) werden wir das mikroskopisch betrachten, (iii) Warum werden Papierfetzen von einem aufgeladenen Luftbalon angezogen? Wie das elektrische Feld abgeschirmt wird: Faraday'scher Käfig – und das elektrische Feld in einem Leiter! Darum ist Strom eigentlich ein Randphänomen!
- (b) **Donnerstag** (3. Std): (i) HÜ-Bespr. (ii) sSWH a.k.a. Mitarbeiterüberprüfung – siehe Fragenkatalog unten, (iii) 98/99 aus dem Buch: Kondensator

Unterlagen auf [www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html](http://www.mat.univie.ac.at/~westra/edu.html)

---

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

---

## Einige Notizen

---

**Atome** bestehen aus einem **Atomkern** und einer **Elektronenhülle**. Im Atomkern befinden sich die **Protonen** und **Neutronen**.

**Isotope:** Die chemischen Eigenschaften eines Stoffes werden durch die Elektronen bestimmt. Die Anzahl der Elektronen und Protonen sind in neutralen Atomen gleich. Darum ordnet man die Atome zuerst nach der Protonenzahl – jedes chemische Element hat eine bestimmte Anzahl von Protonen: die **Ordnungszahl** (auch wohl Atomnummer). Damit hat man die Anzahl der Neutronen noch nicht bestimmt. Verschiedene Variationen eines Elements, wobei also nur die Anzahl der Neutronen unterschiedlich ist, nennt man **Isotope** eines Elements. Schreibweise:  ${}^N_A X$ , wobei  $X$  das chemische Element andeutet,  $N$  die Anzahl der Nukleonen (Protonen und Neutronen zusammen also) und  $A$  ist die Ordnungszahl.

**Isotope Wasserstoffs:**  ${}^1_1H$  das übliche,  ${}^2_1H$  Deuterium, und  ${}^3_1H$  Tritium.

**Ein Mol** ist eine Stoffmenge: ein Mol ist eine Menge von etwa  $6 \cdot 10^{23}$  Atome/Moleküle/Dingsbums.

**Case-Study: Geschwindigkeit der Elektronen in einem stromdurchflossenen Leiter.**

Um eine Idee zu bekommen, nehmen wir einige Abschätzungen: Durch ein Kupferkabel mit einer Länge von  $1m$  und eine Querfläche von  $1mm^2$  läuft ein Strom  $I = 1A$ . Des Weiteren, die Dichte von Kupfer beträgt etwa  $9000 kg/m^3$ . Somit hat das Kabel eine Masse von  $m = \rho V = 9000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,009kg$ , also 9 Gramm. Die mittlere Atommasse von Kupfer beträgt etwa 63,6 (Nukleonen). Darum hat 1 Mol Kupfer eine Masse von 63,6 Gramm. Darum enthält das Kabel  $9/63,6 \approx 0,14$  Mol, das sind somit  $0,14 \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 8,4 \cdot 10^{22}$  Atome und somit auch genau so viele freie Elektronen. Somit enthält ein Meter Kabel  $8,4 \cdot 10^{22}$  freie Elektronen. Jede Sekunde geht 1 Coulomb, also etwa  $6 \cdot 10^{18}$  Elektronen, an einem Ende des Kabels vorbei. Das ist nur ein Bruchteil von den  $8,4 \cdot 10^{22}$  Elektronen im Kabel, und zwar nur ein Anteil von eins auf

$$\frac{8,4 \cdot 10^{22}}{6 \cdot 10^{18}} = 1,4 \cdot 10^4 = 14000.$$

Somit gehen die Elektronen nur  $1/14000$  von einem Meter pro Sekunde weiter, also mit etwa  $7 \cdot 10^{-5}m = 70\mu m$  pro Sekunde. In einer Minute sind das  $4200 \mu m$ , also  $4,2mm$ . In einer Stunde kommt so ein Elektron somit etwa 25cm weiter.

Es gibt noch andere Strategien diese Geschwindigkeit abzuschätzen, sei kreativ, und finde einige; das ist eine gute Übung.

**Stromstärke in einem Punkt:** die Menge an Elektronen (Ladungsträger), die pro Sekunde an einem Punkt vorbeifließen. Symbol:  $I$ . Einheit: Coulomb pro Sekunde, Ampere. Achtung: Ein Coulomb ist die Ladung von etwa  $6,24 \cdot 10^{18}$  Protonen.

**Spannung zwischen zwei Punkten:** ist die Energiemenge, die pro Ladung erforderlich ist, diese Ladung vom einen zum anderen Punkt zu bewegen. Symbol:  $V$ , Einheit: Volt, Joule pro Coulomb.

**Widerstand:** Das Verhältnis zwischen  $V$  und  $I$ . Symbol:  $R$ . Einheit: Ohm  $\Omega$ .

**Ohm'scher Widerstand:** ist ein Gerät (elektrisches Element), bei dem  $R$  nicht von  $V$  und/oder  $I$  abhängt, somit gleich bleibt.

**Leistung eines Geräts:** Beträgt die Spannung zwischen Ein- und Ausgang  $V$  und die Stromstärke durch das Gerät  $I$ , so ist die Leistung  $P = VI$  gleich. Die Leistung gibt an, wie viel Energie pro Sekunde umgewandelt wird.

**Spezifischer Widerstand** eines Stoffes ist der Widerstand, den ein Kabel mit einer Länge von einem Meter und einer Querschnittfläche von  $1 mm^2$  hat. Es gilt die Formel  $R = \rho \frac{l}{A}$  mit  $l$  Länge des Kabels und  $A$  Querschnittfläche,  $\rho$  ist der spezifische Widerstand. Einheit:  $\Omega m^{-1} mm^2$ .

**Leitungsband:** hat ein Elektron genügend Energie, das Atom zu verlassen, und sich frei durch den Stoff zu bewegen, so ist es ein freies Elektron geworden, und man sagt, das Elektron befindet sich im Leitungsband. Man könnte sagen, das Leitungsband besteht aus diejenigen Energieniveaus, die es dem Elektron ermöglichen, sich frei durch den Stoff zu bewegen. Dass dieses Band von unten beschränkt ist, ist klar; dass dieses Band von oben beschränkt ist, eigentlich auch, denn bei zu viel Energie, fliegt es aus dem Stoff raus.

**Thermische Elektronen** sind Elektronen, die dadurch in das Leitungsband befördert wurden, dass die Atome ihre thermische Energie (wegen der Temperatur  $T > 0$  schaukeln die sich ja hin und her, also haben sie eine Art Bewegungsenergie – thermische Energie) auf das Elektron übertragen – man kann sich das so vorstellen als eine Kollision, bei dem das Elektron weggekickt wird.

**Feldlinien und Richtung des Magnetfeldes:** Magnetische Feldlinien sind gedachte Linien, die die Richtung eines Kompass andeuten würden. Die Richtung wird dadurch bestimmt, in welche die Nordseite eines Magneten zeigen würde. Somit laufen die Feldlinien außerhalb des Magneten von Nord zu Süd; im Magneten von Süd zu Nord. Sie sind geschlossene Linien – also Schleifen.

**Lorentzkraft:** ist eine Kraft, die auf sich in einem Magnetfeld bewegende Ladungen wirkt. Diese Kraft steht normal auf Geschwindigkeit und Magnetfeld. Die Größe wird durch  $F = qvB \sin(\theta)$  bestimmt, wobei  $q$  die Ladung,  $v$  die Geschwindigkeit,  $B$  ein Maß für die Stärke des Magnetfeldes und  $\theta$  der Winkel zwischen Geschwindigkeit und Magnetfeld ist. Genaue Richtung der Lorentzkraft ist durch zB Korkezieherregel aka Schraubenzieherregel bestimmt.

**Coulombkraft:** die elektrische Kraft zwischen zwei Ladungen  $q_1$  und  $q_2$  auf Distanz  $r$ . Es gilt  $F = f \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$  wobei  $f \sim 8,99 \cdot 10^9 Nm^2 C^{-2}$  die Coulomb'sche Konstante ist – ein Proportionalitätsfaktor.

**Elektrische Influenz:** Unter Einfluss eines elektrischen Feldes bewegen sich die freien Ladungen und erzeugen dabei dann auch wieder ein elektrisches Feld. Dieses Phänomen heißt Influenz.

**Polarisation:** Viele Moleküle sind Dipole, haben also zwei Polen; ein Seite die (ein bisschen) positiv geladen ist, eine andere Seite ist etwas negativ geladen. Standardbeispiel ist Wasser. Wird nun ein elektrisches Feld angelegt (also, Ladungen werden irgendwo so organisiert, dass ihre elektrische Felder auch im Wasser präsent sind), so drehen / verschieben sich diese Dipole etwas. Diese Dipole erzeugen dann auch wieder ein elektrisches Feld. Das nennt man Polarisation.

---

## Fragenvorschläge für mSWH / MA-Überprüfung

---

Die Idee wird sein, dass man aus einer Auswahl mindestens ein Minimum gut macht. Ich denke dabei: 2 Punkte pro Item, Minimum für positiv liegt dann bei 7 Punkten.

1. Berechne den Gesamtwiderstand von einer Parallelschaltung, in der die zehn Widerstände  $R_1 = 1\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $\dots$ ,  $R_{10} = 10\Omega$ .
2. Warum kann die Sicherung in der Wohnung durchbrennen, wenn zu viele Geräte gleichzeitig eingeschalten werden? Begründe!
3. Erkläre den Unterschied zwischen Leistung und Energie genau!
4. Erkläre den Begriff „magnetische Feldlinien“!
5. Erkläre den Begriff „spezifischer Widerstand“ und gib an, wovon der Widerstand eines Kabels abhängt.
6. Formuliere die Gesetze von Kirchhoff!
7. Begründe die Formel  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ . Erkläre auch, wofür die Symbole in diesem Kontext stehen!
8. Begründe die Formel  $R = R_1 + R_2$ . Erkläre auch, wofür die Symbole in diesem Kontext stehen!
9. Was bedeutet es, dass die Elektronen in einem Leiter inkompressible sind?
10. Eine Kilowattstunde ist die Energiemenge, die ein Gerät mit einer Leistung von  $P = 1kW$  in einer Stunde umwandelt. Drücke  $1kWh$  in Joule aus!
11. Berechne mit dem Coulomb'schen Gesetz die Kraft, die ein Proton auf ein Elektron im Wasserstoffatom ausübt. Daten: Ladungen  $1e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$  und  $r \approx 10^{-10}m$ .
12. Was ist das elektrische Feld, und warum hat es eine Vektornatur?
13. Mache klar, dass man das elektrische Feld mit einem Leiter etwas abschirmen kann. Besprich dazu auch den Faraday'schen Käfig!
14. Warum ist das elektrische Feld in einem Leiter (fast immer) Null?
15. Warum werden Papierfetzen (die elektrisch neutral sind) doch von einer Ladung (zB einem Luftballon, der zuerst über einen Pully gerieben wurde) angezogen?