

Planungsblatt Physik für die 6B

Woche 4 (von 24.09 bis 28.09)

Hausaufgaben ¹

Bis Donnerstag 27.09:

Lerne die Mitschrift von Montag und voriger Woche!

Bis Freitag 28.09:

Lerne die Mitschrift von Montag und Dienstag!

Bis Dienstag 02.10:

Lerne die Mitschrift von voriger Woche!

Kernbegriffe dieser Woche:

Atom, Elektronen, Metalle, Salze, Ionen, Ladungstransport, Spannung, Stromstärke, Widerstand

Ungefähre Wochenplanung

Schulübungen.

(a) **Dienstag** (5. Std): (i) HÜ-Bespr. (ii) Halbleiter und Leiter und Isolatoren; was sind thermische Elektronen? (iii) Widerstand auf atomarer Ebene; Temperaturabhängigkeit

(b) **Donnerstag** (3. Std): (i) HÜ-Bespr. (ii) Lesen über Nervenzellen:

<https://www.gehirnlernen.de/gehirn/die-einzelne-nervenzelle-und-wie-sie-mit-anderen-kommuniziert/>

(c) **Freitag** (6. Std): (i) HÜ-Bespr. (ii) Wie Ohm'sch ist ein Lämpchen, und eine Diode, und was tut eine Spule? Messen! Ihr macht die Protokolle.

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

¹Für 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 Querschnittsfläche 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 Ω .

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 Querschnittsfläche von $1 mm^2$ hat. Es gilt die Formel $R = \rho \frac{l}{A}$ mit l Länge des Kabels und A Querschnittsfläche, ρ ist der spezifische Widerstand. Einheit: $\Omega m^{-1} mm^2$.

Hand-Out Leiter, Semi-Leiter und Isolator

- In Kupfer: $n \sim 8 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Bei Semileitern: $n \sim 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. Und bei Isolatoren sind es nur etwa 10 pro Kubikcentimeter.
- Beispiele von Semileitern: Silizium und Germanium. Elektronen sind in kovalenten Bindungen. Es kostet aber nicht sehr viel Energie ein Elektron in das „Leitungsband“ zu befördern; es hat dann genug Energie um durch das Gitter zu bewegen. Dabei hinterläßt es ein Loch; dieses ist auch beweglich! Somit gibt es positive und negative Ladungsträger.
- Es kostet nur etwa $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$ um ein Elektron in das Leitungsband zu befördern. Diese Energie wird schon durch die thermischen Bewegungen der Atome erreicht. Mit höherer Temperatur gibt es mehr Leitungselektronen.
- Ein Elektronvolt = Ladung eines Elektrons mal ein Volt. Ist somit eine Energieeinheit, die bei atomaren Prozessen typisch ist. 1 Volt ist 1 Joule pro Coulomb; ein Elektron hat Ladung $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$, somit $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- Bei Kupfer werden die thermischen Bewegungen den freien Elektronen eher zum Verhängnis; die Distanzen zwischen den Atomen wird größer und die Atome sind nicht mehr so brav geordnet; mit steigender Temperatur steigt dann der **spezifische Widerstand**.
- Verunreinigt man einen Halbleiter mit einem Stoff mit drei Valenzelektronen (Bor, Gallium, Indium), so gibt es mehr positive Ladungsträger als negative. Der Stoff bleibt insgesamt neutral; es gibt aber mehr Löcher als freie Elektronen. Der Halbleiter der so entsteht heißt p-Typ. Bei einer Verunreinigung mit einem Stoff mit fünf Valenzelektronen genau umgekehrt: n-Typ.
- Eine Diode: NP zusammen. Es gibt eine Sperrschicht, weil die Löcher aus dem p-Material ins n-Material diffundieren und umgekehrt. Dadurch entsteht ein elektrisches Feld, also eine elektrische Spannung; das ist die Schwellspannung! Diese Spannung nimmt genau die Höhe ein, bei welcher sich genau so viele Ladungsträger ins p-Material wie ins n-Material diffundieren. Ist die Diode in Sperrrichtung geschaltet, so wird die Sperrschicht größer. Ist die Diode in Durchlassrichtung geschaltet, muss zuerst die Schwellspannung abgebaut werden, und dann leitet sie.

Hand-Out Leiter, Semi-Leiter und Isolator

- In Kupfer: $n \sim 8 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Bei Semileitern: $n \sim 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. Und bei Isolatoren sind es nur etwa 10 pro Kubikcentimeter.
- Beispiele von Semileitern: Silizium und Germanium. Elektronen sind in kovalenten Bindungen. Es kostet aber nicht sehr viel Energie ein Elektron in das „Leitungsband“ zu befördern; es hat dann genug Energie um durch das Gitter zu bewegen. Dabei hinterläßt es ein Loch; dieses ist auch beweglich! Somit gibt es positive und negative Ladungsträger.
- Es kostet nur etwa $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$ um ein Elektron in das Leitungsband zu befördern. Diese Energie wird schon durch die thermischen Bewegungen der Atome erreicht. Mit höherer Temperatur gibt es mehr Leitungselektronen.
- Ein Elektronvolt = Ladung eines Elektrons mal ein Volt. Ist somit eine Energieeinheit, die bei atomaren Prozessen typisch ist. 1 Volt ist 1 Joule pro Coulomb; ein Elektron hat Ladung $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$, somit $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- Bei Kupfer werden die thermischen Bewegungen den freien Elektronen eher zum Verhängnis; die Distanzen zwischen den Atomen wird größer und die Atome sind nicht mehr so brav geordnet; mit steigender Temperatur steigt dann der **spezifische Widerstand**.
- Verunreinigt man einen Halbleiter mit einem Stoff mit drei Valenzelektronen (Bor, Gallium, Indium), so gibt es mehr positive Ladungsträger als negative. Der Stoff bleibt insgesamt neutral; es gibt aber mehr Löcher als freie Elektronen. Der Halbleiter der so entsteht heißt p-Typ. Bei einer Verunreinigung mit einem Stoff mit fünf Valenzelektronen genau umgekehrt: n-Typ.
- Eine Diode: NP zusammen. Es gibt eine Sperrschicht, weil die Löcher aus dem p-Material ins n-Material diffundieren und umgekehrt. Dadurch entsteht ein elektrisches Feld, also eine elektrische Spannung; das ist die Schwellspannung! Diese Spannung nimmt genau die Höhe ein, bei welcher sich genau so viele Ladungsträger ins p-Material wie ins n-Material diffundieren. Ist die Diode in Sperrrichtung geschaltet, so wird die Sperrschicht größer. Ist die Diode in Durchlassrichtung geschaltet, muss zuerst die Schwellspannung abgebaut werden, und dann leitet sie.