

# Planungsblatt Physik für die 7B

Woche 10 (von 09.11 bis 13.11)

---

## Hausaufgaben <sup>1</sup>

---

### **Bis Donnerstag 12.11:**

- (1) Lies den Text zu den Lichtquellen ganz genau, du wirst ihn (seinen Inhalt) brauchen!
- (2) Finde schon heraus, welche Mechanismen (siehe Text!) für dein Phänomen / deine Lichtquelle verantwortlich sind.

### **Bis Montag 16.11:**

- (1) Lerne den Text zu Lichtquellen - samt Formeln!
- (2) Arbeite so weit schon an der Präsentation, dass diese Montag in der Stunde mit deinen Teamgenossen ganz fertig gemacht werden kann. Nimm also eventuell Poster/Plakat oder Material dazu (Uhu/Stifte/ ...) mit!

---

## Kernbegriffe dieser Woche:

Lichtquellen, Elektronübergänge, Hohlraumstrahlung (aka Schwarzkörperstrahlung)

---

---

## Ungefähre Wochenplanung

---

### Schulübungen.

- (a) **Montag** (1. Std): (i) Text zu Lichtquellen lesen, (ii) Gruppenaufteilen (A) Biolumineszenz, (B) Flamme, (C) Gewitter, (D) LED, (E) Sonne, (F) Glühbirne, (G) TL-Röhre.
- (b) **Donnerstag** (5. Std): (i) HÜ-Bespr. & mSWH (ii) EDV-Auftrag: Internetrecherche zu Lichtquellen

**Erwartungen bei Lichtentstehungsvortrag:** (1) einige Bilder, (2) klare Sprache, (3) Präsentation von etwa 5. Min, (4) deutliches Plakat, (5) Zuordnung: Atomphysik (atomäre Energieniveaus), Molekülphysik, Schwarzkörperstrahlung (Glühen, thermische Strahlung), (6) deutliche Beschreibung vom Spektrum (die Wellenlängen- oder Frequenzabhängigkeit von der Intensität)

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.

---

## Lichtquellen – wie Licht entsteht

---

*In diesem Text werde ich (Lehrer) größtenteils der Aktivität „Namedropping“ schuldig werden. Auf diese Weise hoffe ich, dass ihr dann schon ein Bisschen mit den für euer Thema wichtigen Begriffen vertraut werdet; bei der Internetrecherche könnt ihr das Wissen dann vertiefen. Die hier gezeigten Begriffe sollten von ALLEN verstanden werden! Wenn nicht heute, dann nach den Präsentationen!*

Ganz wichtig: Wenn ein Objekt durch Reflektion von Licht für uns als Lichtquelle erscheint, so ist es physikalisch gesehen nicht. Bei Lichtquelle geht es wirklich um das selbständige Ausstrahlen von Licht - etwa wie eine SA/VWA bei der du nicht schummelst.

**Atomare Übergänge:** Bei zum Beispiel Feuer spielt das Verhalten der Elektronen in ihren Schalen eine wichtige Rolle. Durch Reaktionen (Chemie) oder Stöße von Atomen auf einander (durch Hitze zB) können Atome „angeregt“ werden; das heißt, dass ein(ige) Elektron(en) nicht mehr in eine höhere Schale gesprungen ist/sind. Wenn diese dann wieder zurückspringen, strahlen sie laut  $\Delta E = hf$  ein Lichtquantum aus. Ein Atom kann auch durch Zusammenstöße mit Elektronen angeregt werden. Denke hierbei an eine Röhre mit Gas gefüllt, die zwei Elektroden enthält, die unter hoher Spannung stehen, sodass ein Elektronenfluss durch das Gas entsteht (siehe TL). Da bei atomaren Übergängen die Energieunterschiede meistens so um die 0,1eV bis etwa 10eV liegen, kannst du ausrechnen, welche Strahlungsarten diese ergeben. Die Farben sind also auch typisch für die Atome (Elemente) und so kann man an einer Flamme eventuell den Stoff wiedererkennen (Chlor in Plastik sorgt für grüne Flammen).

**Molekulare Übergänge:** Ein Molekül kennt auch Zustände mit verschiedenen Energien - denk hierbei an zum Beispiel ein großes Molekül, das sich zusammenklappen und wieder auseinanderklappen kann. Durch chemische Reaktionen oder elektrische Spannung oder durch irgendwelche anderen Reize kann so ein Molekül in einen energetisch höheren Zustand gebracht werden. Fällt es dann wieder zurück, dann kann wieder laut der Formel von Planck Strahlung abgegeben werden.

**Biolumineszenz** ist ein Beispiel: Hier geht oft es um eine chemische Reaktion (bei der Enzyme notwendig sind - Luciferase sorgt dafür dass Luciferin oxidieren kann), bei der ein bestimmter Stoff entsteht. Dieser Stoff (Dioxetane) zerfällt dann; das Molekül ist instabil und bricht auseinander in Bruchteile, und der Unterschied in Energie zwischen diesen zwei Zuständen (ein Molekül versus einige Bruchteile) wird in Form von Licht ausgestrahlt. Somit ist hier die Frequenz des Lichts auch durch die Übergänge bestimmt.

**Elektrolumineszenz:** In einem Metallgitter können einige Elektronen frei herummarschieren. Diese sind die Leitungselektronen. In Halbleitern gibt es bei  $T = 0$  keine Leitungselektronen, aber sobald die Temperatur steigt, können einige Elektronen einen Sprung in eine höhere Schale machen. Nun will der (Zu-)Fall, dass diese höheren Schalen der Atome in einem Halbleiter einander überschneiden. Somit bilden diese höheren Elektronenschalen die Möglichkeit, Strom zu leiten! Springt ein Elektron in eine ausreichend hohe Schale, so kann es durch das Gitter des Halbleiters marschieren. Es ist somit ein Leitungselektron geworden. Die Anzahl der Leitungselektronen hängt von der Temperatur ab; durch das thermische Schaukeln der Atomrümpfe im Gitter wird hin und wieder ein Elektron hinaufbefördert. Interessanterweise hinterlässt so ein Elektron ein Loch. Indem das Loch durch ein anderes Elektron (vom Nachbaratom zB) aufgefüllt wird, kann das Loch so wie als wäre es ein Teilchen, von Atomrumpf zu Atomrumpf hüpfen. Rekombinieren aber Loch und Leitungselektron, so fällt also ein energiereiches Elektron wieder in einen energieniedrigeren Zustand und kann somit Licht ausstrahlen, ganz nach dem Gesetz von Planck. Das ist Elektrolumineszenz.

**Thermische Strahlung:** Jeder Körper (Menge Stoff mit makroskopisch vielen Teilchen) gibt Strahlung ab, wenn die Temperatur mehr als 0 Kelvin ist, also fast immer. Das bedeutet also

auch, dass jeder Körper Energie abgibt! Somit kühlt alles irgendwie ab. Die Wellenlänge ist hier nicht eindeutig bestimmt; es gibt hier ein kontinuierliches Spektrum. Jedoch hängen einige Merkmale dieses Spektrums nicht großartig von Form und Beschaffenheit des Körpers ab. Es gelten zwei wichtige Gesetze: Die Wellenlänge  $\lambda_m$  bei der am meisten ausgestrahlt wird (also Maximum des Spektrums) ist durch folgende Formel bestimmt:

$$\lambda_m = \frac{k_W}{T}, \quad k_W \approx 2,898 \cdot 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}.$$

Damit kannst du ausrechnen, bei welcher Frequenz/ Wellenlänge du selbst strahlst (Infrarot). Es gilt auch folgendes Gesetz: Die Strahlung die insgesamt ausgestrahlt wird (also das ganze Spektrum zusammen) gehorcht folgende Gesetzmäßigkeit:

$$P = A\sigma T^4, \quad \sigma \approx 5,67 \cdot 10^{-8} \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-4},$$

wobei  $P$  die ausgestrahlte Leistung (Energie pro Sekunde) und  $A$  die Fläche ist. Achtung, die Leistung geht also mit der vierten Potenz der Temperatur! Diese thermische Strahlung heißt auch wohl Schwarzkörperstrahlung oder Hohlraumstrahlung.

**Spektrum:** Bei Lichtquellen ist es wichtig, zu wissen, wie die ausgestrahlte Energie (oder Leistung) über die Frequenzen verteilt ist. Diese Information ist im Spektrum vorhanden. Ein Spektrum kann diskret, kontinuierlich, oder gemischt sein. Ist ein Spektrum diskret, so wird nur bei einigen Frequenzen Licht ausgestrahlt. Ist das Spektrum kontinuierlich, so kommt eher ein Intervall in Betracht, zum Beispiel  $f \in (0, \infty)$ , obwohl endliche Intervalle auch möglich sind. Enthält ein Spektrum sowohl ein Intervall wie auch einige isolierte Punkte, so ist das Spektrum gemischt. Für die mathematisch versierten eine kurze Erklärung zum kontinuierlichen Fall: Sei  $P(f)$  die Leistung, die im Intervall  $[0, f]$  ausgestrahlt wird. Das Spektrum wird dann durch die Ableitung  $S(f) := P'(f)$  beschrieben. Somit wird in einem kleinen Intervall  $\Delta f$  etwa eine Leistung  $P \approx S(f)\Delta f$  ausgestrahlt. Bei Schwarzkörperstrahlung wird meistens die Funktion  $S(f)$  gezeigt, oder ihre äquivalente Form für die Wellenlänge ( $P(\lambda) \implies T(\lambda) = P'(\lambda)$ ).