

Modul 2 – Lernumgebung 2 – Aufbau der Atomhülle

Informationsblatt: Zusammenhang von Farbe und Energie des Lichts

Unten findest Du eine Abbildung, in der die Spektren verschiedener Lichtquellen dargestellt sind. Dass Licht eine Form von Energie ist, kann man leicht an der Erwärmung von Körpern feststellen, die der Strahlung einer Lichtquelle ausgesetzt werden.

Die Frage ist: Tragen die Teilchen des blauen Lichts dieselbe Energie wie die Teilchen des roten oder grünen Lichts?

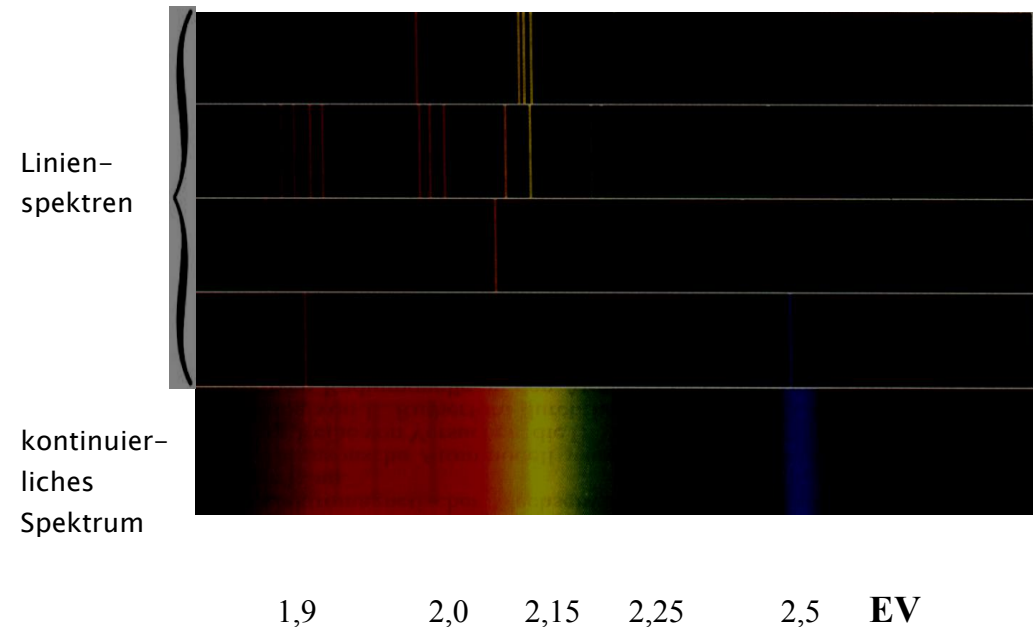
Einen Hinweis kennst Du:

Wenn Du nahe – aber nicht zu nahe – an einem Feuer sitzt, dann wärmt das Feuer durch seine Abstrahlung die Haut angenehm, ganz so wie die Sonne. Trotzdem bekommst Du von der Strahlung des Feuers keinen "Sonnen"brand. (Wenn Du dem Feuer zu nahe kommst, verbrennst Du Dich, das ist aber ein anderer Effekt.)

Die Strahlung der Sonne muss also Teile enthalten, die die Strahlung des Feuers nicht enthält und die so viel Energie besitzen, dass sie die Zellen der Haut schädigen können. Bekanntlich ist das die Ultraviolette Strahlung. Die Wärmestrahlung, die eher mit rotem Licht in Zusammenhang gebracht wird, erreicht keine Schädigung der Hautzellen, wohingegen die UV-Strahlung, die mit blauem und violetterem Licht in Zusammenhang gebracht wird, das schon tut.

Tatsächlich gilt:

Die Energie der Lichtteilchen nimmt vom roten über gelbes und grünes Licht bis hin zum blauen Licht kontinuierlich zu. Die Teilchen des roten Lichtes haben etwa 1,75eV Energie, die des blauen Lichtes ca. 3eV.



Beachte:

Die Skala ist nicht linear. Sie gibt jeweils die Energie eines Lichtteilchens der entsprechenden Farbe an.

Die Energieeinheit 1eV (Elektronenvolt)

Statt der Einheit 1J kann man für die Energie eines Teilchens auch die Einheit

$$1\text{eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

verwenden. Dies geschieht häufig da, wo die Energien sehr klein sind, etwa im Bereich der Atome.

Umgekehrt kann man umrechnen: $1\text{J} = 6,242 \cdot 10^{18}\text{eV}$

Eine kleine Übung dazu!

(Mache Dich, wenn Du es nicht weißt, kundig, wie man die $\times 10^x$ - Taste am Taschenrechner benutzt.)

- Rechne die folgenden Energien in eV um: $25,34\text{J}$, $1,34 \cdot 10^{-3}\text{J}$
- Rechne die folgenden Energien in J um: $35,6\text{eV}$, $23,67 \cdot 10^{12}\text{eV}$
- Welche Energie in eV benötigt man, um 5 Tafeln Schokolade zu je 100g um 1m anzuheben?

Lösungen:

- $1,6 \cdot 10^{20}\text{eV}$, $8,36 \cdot 10^{15}\text{eV}$
- $5,7 \cdot 10^{-18}\text{J}$, $3,79 \cdot 10^{-6}\text{J}$
- $3,06 \cdot 10^{19}\text{eV}$

Plusmaterial: Woher kommt die Energieeinheit 1 eV (Elektronenvolt)

Will man Elektronen beschleunigen, so kann man folgendermaßen vorgehen:

Man wählt eine Elektronenquelle. Aus dieser treten Elektronen in den Raum zwischen zwei Platten ein, von denen die linke ein Loch hat, das den Zutritt der Elektronen erlaubt. Die Rechte hat ebenfalls ein kleines Loch. Die Platten sind an eine Spannungsquelle angeschlossen.

Da die Elektronen von der negativen Platte abgestoßen und von der positiven Platte angezogen werden, werden die Elektronen bei ihrem Flug von der linken zur rechten Platte immer schneller. Ihre kinetische Energie, die anfangs 0 war, nimmt zu.

Viele der Elektronen prallen auf die positive Platte und werden von dieser verschluckt. Einige der Elektronen aber fliegen durch das kleine Loch in der rechten, positiven Platte und gelangen mit einer bestimmten kinetischen Energie als Teil eines Elektronenstrahls nach außen.

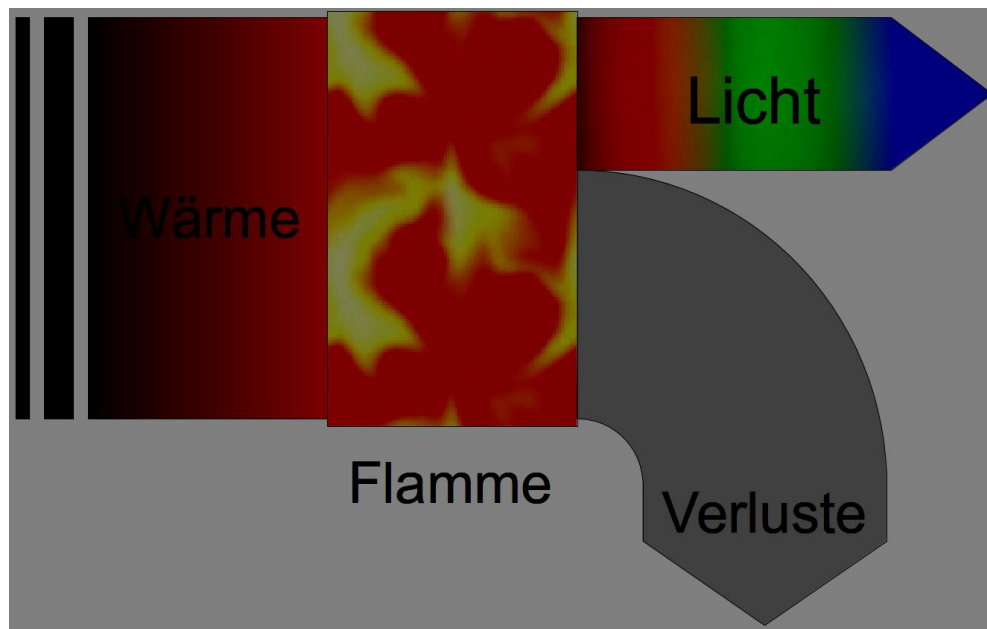
Die Einheit 1 eV ist nun sehr praktisch:

Hat die Spannungsquelle beispielsweise $U = 100\text{V}$, so ist die kinetische Energie der Elektronen im Elektronenstrahl $E_{kin} = 100\text{eV}$.

Wählt man die Spannung 1V, so ist die kinetische Energie der Elektronen nach der Beschleunigung gerade 1 eV.

Infoblatt:
Die Entstehung des Lichts aus Sicht des Energieflusses

1. Flammfärbung – im Bild der Stoffe



Energieumwandlung im Atom

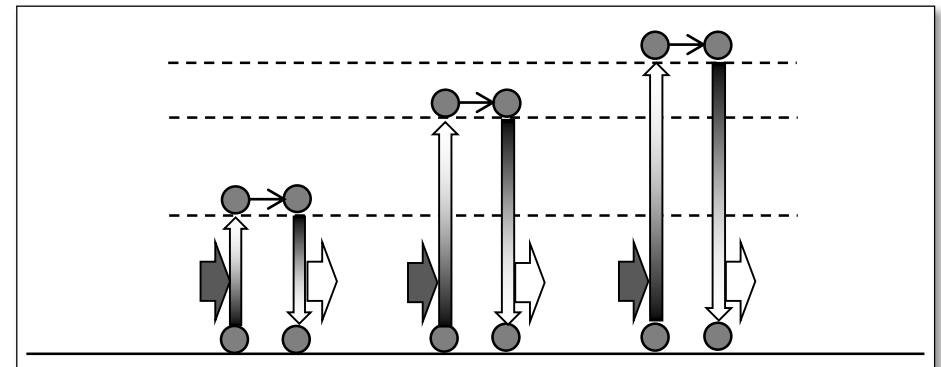
Materialien: Kugel, unterschiedlich hohe Ebenen (z. B. Holzbretter mit Stativ oder Boden, Sitzfläche eines Stuhls, Arbeitsfläche eines Tisches, etc.)

Versuchsdurchführung:

Hebe die Kugel vom Boden auf eine erhöhte Ebene und stoße sie so an, dass sie auf der anderen Seite der Ebene wieder zu Boden fällt. Wiederhole den Versuch mit unterschiedlich hohen Ebenen.

Ergebnis:

Der Versuch lässt sich stark reduziert so darstellen:



Erstelle eine Legende auf Modell- und auf Teilchenebene!

| Symbol | Modellebene | Teilchenebene |
|--------|-------------|---------------|
| ● | | |
| ➡ | | |
| ⬇️ | | |
| ---- | | |
| — | | |
| ↑ | | |

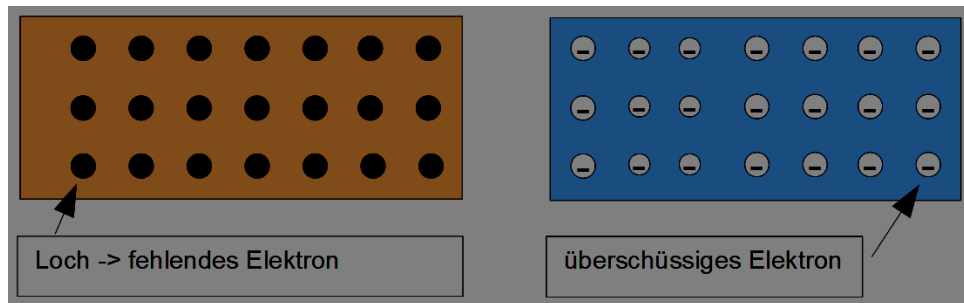
Solltest Du bei dieser Aufgabe Probleme haben, hole Dir von den auf dem Pult ausliegenden Hilfekarten Tipps. Überprüfe und erweitere Dein Wissen mithilfe der Filme „Modellebene“, „Teilchenebene“ und „Vergleich“!

Hilfekärtchen:

| | |
|---------------|--|
| Modellebene | Boden Energie Erhöhte Fläche Kinetische Energie Mechanische Arbeit Stahlkugel |
| Teilchenebene | Elektronen Energetisch angeregter Zustand Energetischer Grundzustand Energie Licht / Energie des Lichts Wärme / kinetische Energie der Teilchen |
| Modellebene | Boden Energie Erhöhte Fläche Kinetische Energie Mechanische Arbeit Stahlkugel |
| Teilchenebene | Elektronen Energetisch angeregter Zustand Energetischer Grundzustand Energie Licht / Energie des Lichts Wärme / kinetische Energie der Teilchen |
| Modellebene | Boden Energie Erhöhte Fläche Kinetische Energie Mechanische Arbeit Stahlkugel |
| Teilchenebene | Elektronen Energetisch angeregter Zustand Energetischer Grundzustand Energie Licht / Energie des Lichts Wärme / kinetische Energie der Teilchen |

Plusmaterial: Die Funktion von Leuchtdioden und die Energie der ausgesandten Lichtteilchen

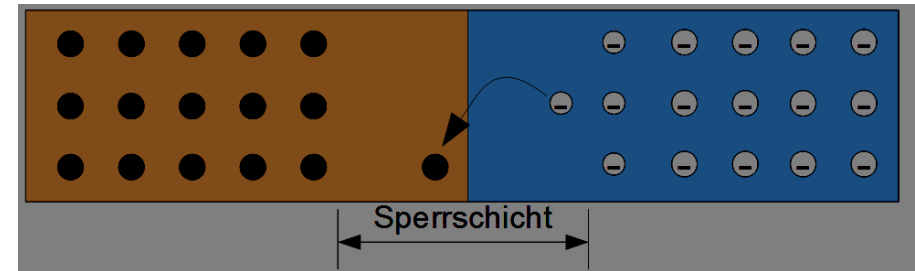
Eine Leuchtdiode (LED: light emitting diode) besteht aus zwei Teilen eines Kristalls, die durch technische Maßnahmen so verunreinigt wurden, dass der eine Kristall einen Überschuss an beweglichen Elektronen hat (rechts, der andere einen Mangel an solchen beweglichen Elektronen).



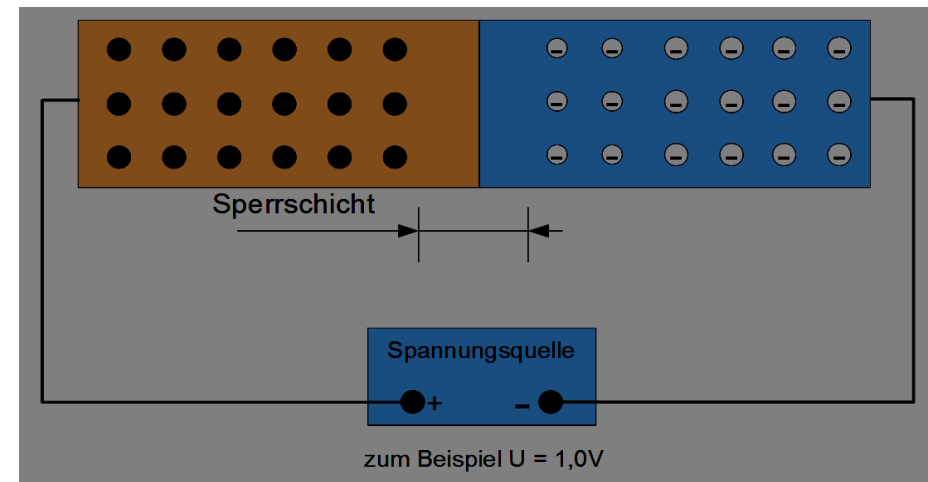
In der fertigen Diode sind die beiden Kristallteile natürlich in Kontakt.

Die Elektronen der rechten Seite wandern dann nach links und füllen die Löcher links auf.

Es entsteht eine Schicht, in der keine Elektronen und Löcher vorhanden sind, die Sperrschicht:



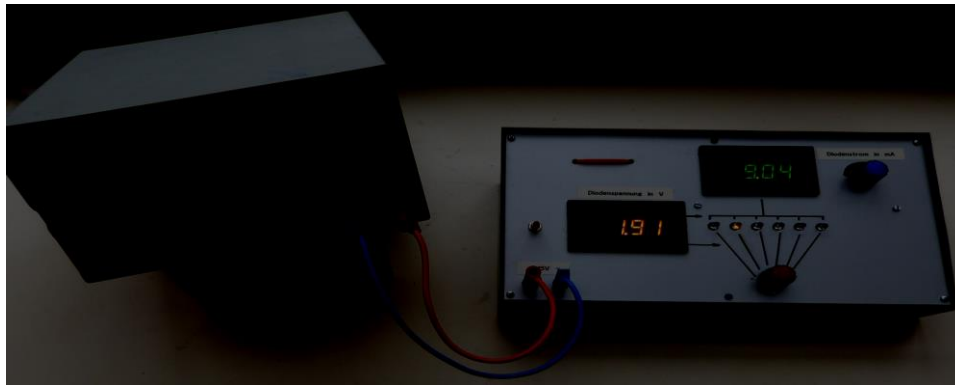
Schließt man nun von außen eine Spannung in der richtigen Polung an, so werden auf der rechten Seite die Elektronen nach links gedrückt. Auf der linken Seite werden Elektronen, die in die Löcher gefallen sind, wieder aus den Löchern gezogen: Es entstehen neue Löcher. Insgesamt wird die Sperrschicht abgebaut:



Wenn die Sperrschicht ganz abgebaut ist, beginnt der Strom durch die Leuchtdiode zu fließen.

An der Grenzfläche durchfallen die Elektronen beim Hineinfallen in die Löcher die angelegte Spannung und geben dabei ein Lichtteilchen ab. Die Energie der Lichtteilchen ist um so höher, je größer die Spannung an der Diode ist, die zum Abbau der Sperrschicht geführt hat. Diese Spannung und damit die Energie der Lichtteilchen steigt von roten über orange und grüne bis hin zu blau leuchtenden Leuchtdioden an.

Davon kannst Du Dich im folgenden Experiment kurz überzeugen¹: Die Bilder zeigen den Aufbau des Experiments.



Schließe die Anordnung an das Netzgerät (Dreh- Knöpfe: Spannung U ganz nach links, Strom I in Mittelstellung) an. Achte dabei auf die Polung. Schalte dann das Netzgerät ein und stelle 15V ein.

¹ Hinweis für Nutzer außerhalb des Gymnasiums Kirchheim: Das abgebildete Gerät ist zur Durchführung des Experiments praktisch, das Experiment kann aber auch mit der Platte "Leuchtdioden zur h-Bestimmung"



Mit dem roten Schalter kannst Du die jeweilige Leuchtdiode auswählen. Am roten Messgerät links liest Du jeweils die Spannung ab, die an der gewählten Leuchtdiode anliegt. Mit dem blauen Schalter kannst Du den Strom durch die Diode einstellen, die Stromstärke wird dann am grünen Messgerät angezeigt.

Achtung:

Die Leuchtdioden sind sehr hell und daher mit Absicht oben geschwärzt. Bitte lass sie Schwärzung wie sie ist und blicke – wenn sie doch defekt ist – nicht in den Strahl der Leuchtdiode, der aus der oberen Linse austritt. Bitte die Leuchtdioden immer von der Seite her beobachten.

(CONATEX 1009015, 3B Scientific U8482460 usw.) durchgeführt werden.