

## MT00423 Modell Leiter- und Nichtleiter

### I. Beschreibung/Darstellung

Das gesamte Material ermöglicht die Darstellung von leitenden und nicht-leitenden Festkörpern.

Die Modelle unterstreichen die grundlegenden Unterschiede zwischen der Metallstruktur eines Nichteiters und der eines Leiters:

- die Beschaffenheit der chemischen Elemente/Bestandteile von Festkörpern, insbesondere was ihre Gemeinsamkeit zu den Elektronen betrifft

- die Ausrichtung der Atome in Festkörpern

- Menge und Verhalten von freien Elektronen in Festkörpern.

Das Ziel dieser Versuchseinrichtung ist es, die Begriffe Leiter und Nicht-Leiter zu veranschaulichen.

#### Zusammensetzung:

- zwei durchsichtige Acrylglas-Röhren mit einer Länge von 400 mm und einem Durchmesser von 40 mm; diese stellen den linearen Abschnitt eines Festkörpers dar. Die beiden Enden der Röhren können mit Hilfe von durchsichtigen Stopfen verschlossen werden.

- Polystyren-Kugeln, Durchmesser 30 mm; diese stellen eine Art Atome von großer elektronischer Ähnlichkeit - bei nicht-metallischen Elementen - dar.

- Kugeln aus Papiermaché, Durchmesser 16 mm; diese stellen - im Fall von metallischen Elementen - Atome dar, die nur wenig Ähnlichkeit mit Elektronen haben.

- kleine dunkle Kugeln, die die Elektronen darstellen sollen.

### II. Darstellungsprinzip

Man kann davon ausgehen, daß die Elektronen, die sich am Rand/Ende der metallischen Elemente befinden, sehr beweglich sind - sozusagen "freier" in der Richtung, wo sie innerhalb des Netzes bzw. des Geflechtes von einem Atom zum anderen übergehen können. Diese Eigenschaft bewirkt, daß die metallischen Elemente weitaus leitfähiger sind, als die nicht-metallischen.

#### 1. Darstellung der Elektronen:

Bei einem Stromgenerator werden die freien Elektronen von den Atomen entfernt und zirkulieren frei im Innern des Festkörpers. Die "freien" Elektronen werden bei diesem Modell durch die kleinen Kugeln dargestellt, die völlig unabhängig von den Atomen (hier durch Polystyren-Kugeln dargestellt) sind.

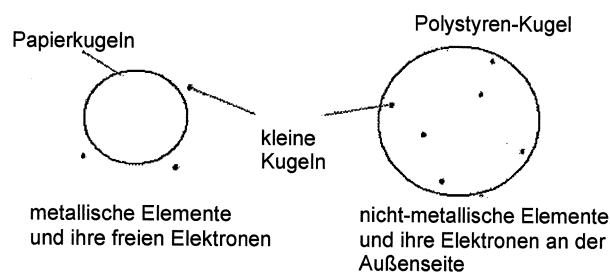
Man kann davon ausgehen, daß die Anzahl der "freien" Elektronen bei einem metallischen Körper weitaus größer ist, als bei einem nicht-metallischen, wo ein Teil der Elektronen an den Atomen haften bleibt.

#### 2. Art der Darstellung metallischer und nichtmetallischer Atome:

\* metallische Elemente: feste Kugeln aus Papiermaché - die äußere Seite ist von ihren Elektronen befreit (freie Elektronen)

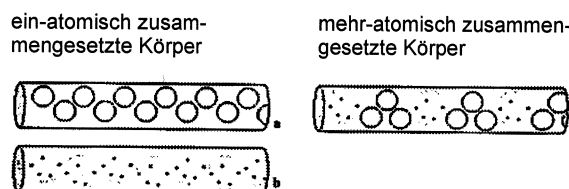
\* nicht-metallische Elemente: Polystyren-Kugeln. Um zu zeigen, daß die Elektronen der äußeren Seite an den Atomen haften, kann man einige Elektronen an der Oberfläche jeder Kugel befestigen.

Diese Darstellung erlaubt es, den grundlegenden Unterschied zwischen den elektronischen Strukturen von metallischen und nicht-metallischen Elementen, hervorzuheben.



#### 3. Anordnung der Atome

Ohne besonders ins Details zu gehen, nimmt man folgende Anordnungen als gegeben:



\* ein-atomische Körper: bestehen aus einer einzigen Art von Atomen oder aus ähnlichen Atomen

\* mehr-atomische Körper: bestehen aus verschiedenen Arten von Atomen

Somit kann man - per Analogie - folgendes darstellen:

- Art der Anordnung in einem metallischen Körper (a) oder eventuell in einer Verbindung

- Art der Anordnung in einem nicht-metallischen Körper (b) wie z.B. bei einem Schwefelstab

- Art der Anordnung in einem Festkörper wie z.B. Glas; Keramik (c) - entsteht aus der Kombination von metallischen und nicht-metallischen Elementen.

Anmerkung: um andere Atomarten darzustellen, kann man eine gewisse Anzahl von Kugeln (aus Papier) färben.

### III. Modell eines Leiters: Kupfer

#### 1. Material

- Acrylglas-Röhre: stellt einen Teil eines leitenden Drahtes dar

- Kugeln aus Papiermaché - ein Drittel -: stehen für metallische Atome ohne ihre "freien" Elektronen

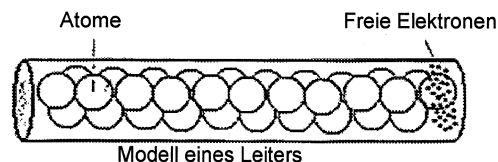
- kleinen Kugeln - die Hälfte des Behälters: das sind die "freien" Elektronen, deren Bewegung innerhalb des Festkörpers den Durchfluß von elektrischem Strom darstellen soll.

- Stopfen: zum Schließen der Enden.

#### 2. Modell eines guten Leiters:

- Schließen Sie ein Ende der Röhre mit Hilfe eines Stopfens.

- Geben Sie Papierkugeln in die Röhre und verteilen Sie diese so kompakt und regelmäßig wie nur möglich, um eine gleichmäßige Anordnung zu erhalten: beginnen Sie mit drei Atomen; fügen Sie dann weitere hinzu, jedoch immer eines nach dem anderen, um Propeller ähnliche Anordnungen, die aus drei Atomen bestehen, zu erhalten. Benutzen Sie dazu ein kleines Lineal oder einen Stab; gehen Sie dabei sorgfältig vor, damit Sie die Atome nicht eindrücken oder zerdrücken. Halten Sie die Acrylglas-Röhre waagrecht.



- Füllen Sie die zweite Röhre bis zur Hälfte mit Kugeln.

- Verschließen Sie die - leicht geneigte - Röhre mit dem Stopfen; die Kugeln sollten an derselben Stelle bleiben. Das Modell wäre somit fertig.

Um den Vorgang darzustellen, kippt man die Röhre senkrecht nach oben; die Kugeln befinden sich anfänglich im oberen Teil der Röhre. Man stellt fest, daß die sich Elektronen ganz einfach und leicht vom oberen in den unteren Teil der Röhre bewegen, quer durch die natürlichen Öffnungen zwischen den Atomen.

Man kann die Darstellung wiederholen, indem man die Röhre umdreht...

### IV. Modell eines Nicht-Leiters: Glas:

#### 1. Material

- Acrylglas-Röhre: stellt einen Teil eines Festkörpers dar

- Kugeln aus Papiermaché - ca. 15 Stück: stellen Natrium-Atome - im Augenblick ohne ihr äußeres Elektron - dar.

- Polystyren-Kugeln, an deren Oberfläche Elektronen befestigt wurden: sie stellen  $\text{SiO}_2$ -Gruppierungen (elektronegative Gruppierung) dar. An der Oberfläche jeder Kugel werden mit Hilfe einer Nadel jeweils ein Dutzend kleine Löcher eingestochen; darin fügt man die kleinen Kugeln ein, jedoch so, daß diese sichtbar bleiben.

- Kleine Kugeln - ein Viertel des Behälters: stellen die "freien" Elektronen dar; viele kleine Kugeln befinden sich bereits an den  $\text{SiO}_2$ -Gruppierungen.

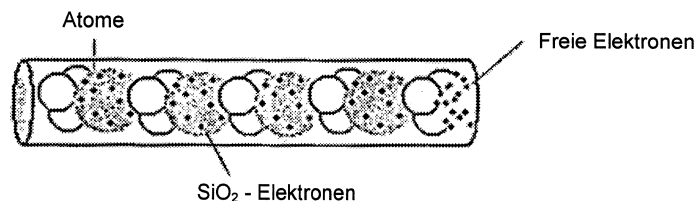
- Stopfen: um die Enden zu schließen.

#### 2. Modell eines Nicht-Leiters:

- Schließen Sie das eine Ende der Röhre mit einer Kapsel.

- Legen Sie eine Polystyren-Kugel auf den Boden der Röhre.

- Verteilen Sie drei oder vier Kugeln aus Papiermaché auf der Polystyren-Kugel. Wiederholen Sie die letzten beiden Schritte bis Sie eine regelmäßige Anordnung von  $\text{SiO}_2$ -Gruppierungen, die sich zwischen den Natriumatomen befinden, erhalten.



- Füllen Sie die zweite Röhre bis zu einem Viertel mit kleinen Kugeln.

- Halten Sie die Röhre, um sie zu schließen, etwas geneigt; achten Sie dabei darauf, daß die kleinen Kugeln an derselben Stelle bleiben. Das Modell wäre nun fertig.

Um den Vorgang darzustellen, kippt man die Röhre senkrecht nach oben; die Kugeln befinden sich anfänglich im oberen Teil der Röhre. Die Anzahl der freien Elektronen ist verringert; die Leitfähigkeit des Glases ist gering.

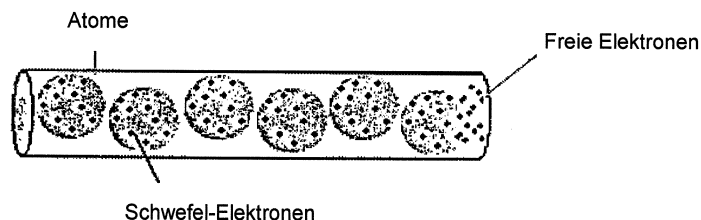
## V. Modell eines Nicht-Leiters: Schwefel

### 1. Material

- Acrylglas-Röhre: stellt einen Teil eines Festkörpers dar
- Polystyren-Kugeln mit eingefügten Elektronen an der Oberfläche: stellen S-Gruppierungen (elektronegative Gruppierungen) dar. An der Oberfläche jeder Kugel werden mit Hilfe einer Nadel jeweils acht kleine Löcher eingestochen; darin fügt man die kleinen Kugeln ein, jedoch so, daß diese sichtbar bleiben.
- Kleine Kugeln - ein Viertel der Röhre: sie stellen die "freien" Elektronen dar; viele Elektronen sind bereits am Schwefel-Atom befestigt.
- Stopfen: um die Enden zu schließen.

### 2. Modell eines Nicht-Leiters:

- Schließen Sie mit Hilfe eines Stopfens ein Ende der Acrylglas-Röhre.
- Legen Sie die Kugeln aus Papiermaché so in die Röhre, daß Sie eine regelmäßige Anordnung von Schwefel-Atomen erhalten.



- Geben Sie kleine Kugeln in die zweite Röhre (nur wenige!).
- Um die Röhre leichter schließen zu können, halten Sie diese etwas geneigt; achten Sie darauf, daß die kleinen Kugeln an derselben Stelle bleiben. Das Modell ist nun fertig.
- Um den Vorgang darzustellen, kippt man die Röhre senkrecht nach oben; die Kugeln befinden sich anfänglich im oberen Teil der Röhre. Die Anzahl der freien Elektronen ist verringert; die Leitfähigkeit des Glases ist gering.