

## Chemische Kabinettstücken

### [Quantensprung]

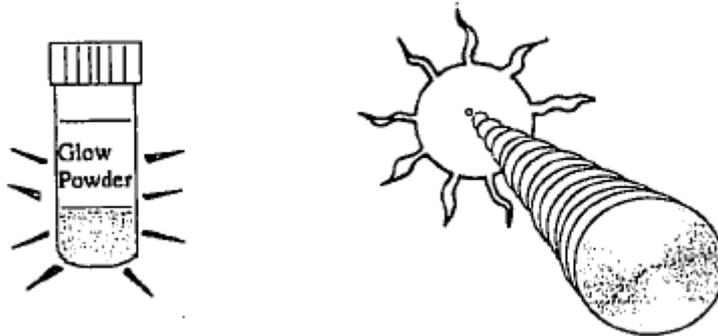


Name: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Gib Leuchtpulver zu Klebstoff oder Farbe und  
lasse sie im Dunkeln leuchten!  
Lerne, wie man einen leuchtenden Klebstoffball herstellt!  
Und lerne dabei die Chemie der Phosphoreszenz  
und des echten Quantensprunges



Enthält: 5 g phosphoreszierendes Zinksulfid,  
hölzernen Rührstab und Kelle.

Das Material dieses Bausatzes ist bei bestimmungsgemäßem  
Gebrauch ungiftig und sicher.

Empfohlen ab 9 Jahren unter elterlicher Aufsicht.

**Achtung!** Leuchtpulver von Nase und Mund fernhalten. Im Falle eines Kontakts, gründlich mit Wasser spülen. Es enthält phosphoreszierendes Zinksulfid und die Gesundheitsgefahrenstufe ist gering, dennoch ist im Umgang mit allen Chemikalien Vorsicht geboten.

#### Benötigte Gegenstände:

- Lampe
- Leim
- Borax
- Wasser
- Becher
- transparenter Nagellack
- Taschenlampe
- blaue und gelbe Filter

#### Experiment 1 : Das leuchtende Licht

Nimm das Fläschchen mit dem Leuchtpulver und halte es für eine Minute ans Licht. Bringe es dann an einen dunklen Ort und betrachte es. Es wird tatsächlich leuchten! Man kann es wiederaufladen und den Vorgang beliebig oft wiederholen, d.h. immer und immer wieder, ewig (so viel wir wissen).

Setze das Leuchtpulver unterschiedlich lange dem Licht aus und miss, wie lange es dann jeweils leuchtet. Versuche herauszufinden, welche Faktoren oder Variablen es noch gibt, die einen Einfluss auf die Länge der Leuchtzeit haben.

Man kann das Leuchtpulver zu vielen anderen Dingen hinzufügen, um auch sie zum Leuchten zu bringen. Hier sind einige Beispiele dafür.

### Lektion 1 : Leuchtfarbe

Vermische eine geringe Menge Leuchtpulver mit etwas transparentem Nagellack, um eine im Dunkeln leuchtende Farbe herzustellen.

### Lektion 2 : Leuchtkleber

Vermische eine geringe Menge Leuchtpulver mit einem transparenten Kolloid-Klebstoff (z.B. Elmer's School Glue Gel) und benutze ihn, um Muster auf Papier zu malen.

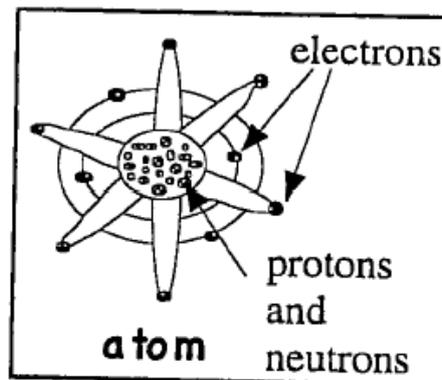
### Lektion 3 : Klebstoffball

Gib  $\frac{1}{2}$  Teelöffel eines transparenten Kolloid-Klebstoffes in einen Pappbecher oder alten Plastikbecher. Füge eine kleine Menge Leuchtpulver hinzu und mische. Gib dann eine kleine Kelle Borax (20 Mule Team Borax-Wäschereiniger) hinzu und mische gründlich. Lasse das Gemisch einige Minuten aushärten, bis es nicht mehr klebt. Forme es zu einem Ball und lasse den Ball aufhüpfen.

### Die Chemie des Leuchtpulvers

Wenn das Leuchtpulver in helles Licht gestellt wird, absorbiert es einen Teil der Lichtenergie, die darauf scheint. Danach strahlt es einen Teil dieser Lichtenergie wieder ab. Das Leuchtpulver kann auf diese Art immer wieder benutzt werden und verbraucht sich nicht. Stelle es einfach erneut in helles Licht, um es wieder aufzuladen.

Wenn ein Stoff Licht absorbiert und es dann langsam wieder emittiert bzw. abgibt, spricht man von **Phosphoreszenz** (gesprochen: Fos-for-es-zenz). Das Leuchtpulver besteht aus einer chemischen Verbindung namens Zinksulfid und einer Spur bzw. sehr kleinen Menge eines Materials, das **Phosphor** genannt wird und für das Leuchtverhalten erforderlich ist. Phosphor ist ein Aktivator, der den Vorgang in Gang setzt. Farbfernsehschirme enthalten auch Phosphore, die leuchten, wenn Elektronenstrahlen der Bildröhre auf sie treffen und dabei die Farben erzeugen, die wir im Fernsehbild sehen.



Die chemische Formel bzw. das Symbol für Zinksulfid lautet ZnS. Zink und Schwefel sind chemische Elemente. Chemische Elemente sind die Bausteine aller Materie. Es gibt ungefähr 110 bekannte Elemente, die sich zu all den unterschiedlichen, in unserem Universum vorkommenden Dingen zusammensetzen. In dem Fläschchen befinden sich Aber-Milliarden kleinster Zink- und Schwefelatome. Und jedes Atom ist aus noch kleineren elementaren Teilchen aufgebaut, die man als Protonen, Neutronen und Elektronen bezeichnet. Die Elektronen befinden sich auf einer Umlaufbahn um das Zentrum bzw. den Kern, der die Protonen und Neutronen enthält. Und es ist das Elektron, das verantwortlich ist für alles, was leuchtet.

### Der Quantensprung

Die in den Atomen des Leuchtpulvers vorkommenden Elektronen absorbieren die Lichtenergie, die das Leuchten verursacht. Elektronen befinden sich in den Atomen auf unterschiedlichen Umlaufbahnen (Orbitale). Jede Umlaufbahn besitzt ein anderes Energieniveau. Die Theorie besagt, dass Elektronen auf höhere Niveaus bzw. einen **Anregungszustand** springen, wenn sie Energie absorbieren. Lichtenergie liegt in der Form von **Photonen** bzw. kleinsten Lichtquantitäten oder **Quanten** vor. Die Elektronen strahlen Photonen ab, wenn sie auf ihren Normalzustand oder **Grundzustand** im Atom zurückfallen. Die Energiemenge nennt man ein Quant und die Elektronen müssen einen **Quantensprung** vollziehen, um leuchten zu können. Für die Elektronen in Atomen ist der Quantensprung wie eine Stufe die Treppe hinauf. Und ein Photon mit der richtigen Energie muss vorhanden sein, damit das Elektron es absorbieren und auf die höhere Stufe springen kann.

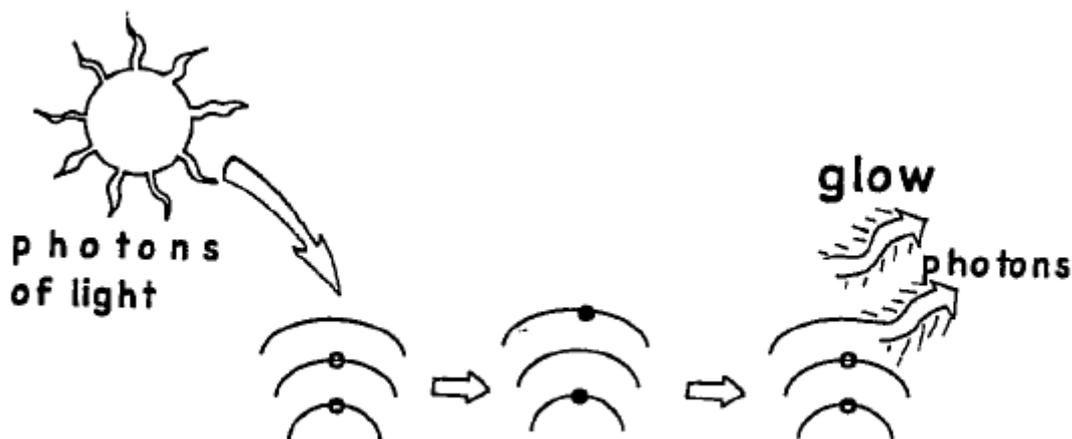


Abbildung:

Ein Elektron auf einem Energieniveau absorbiert Energie — und springt auf ein höheres Energieniveau (angeregter Zustand) — und fällt auf den Grundzustand zurück und emittiert die Energie

## Quantentheorie

Max Planck, ein berühmter deutscher Physiker, verwendete den Begriff des Quants zuerst im Jahre 1900. Quanten ist der Plural von Quant. Planck erforschte die Natur des Lichts und seine Wechselwirkungen mit Materie. Er entdeckte, dass die Energie eines Quants proportional zu der Energie seiner Strahlung ist ( $E = h \gamma$ ). Die Frequenz gibt die Vibrationsgeschwindigkeit wieder und wird mit dem Symbol  $\gamma$  (Gamma) bezeichnet. Lichtenergie breitet sich in Form von Wellen aus, und jede Farbe bzw. jedes Teil des Spektrums hat eine eigene Wellenlänge, Frequenz und Energie.

Albert Einstein wies nach, dass sich Licht auch scheinbar als Partikel ausbreiten und verhalten kann. Einstein bezeichnete einzelne Quanten bzw. Partikel der Lichtenergie als Photonen. Einsteins berühmte Formel  $E = m c^2$  gibt die grundlegende Beziehung zwischen Energie, Materie (Masse) und Licht wieder ( $c$  ist hierbei die Lichtgeschwindigkeit).

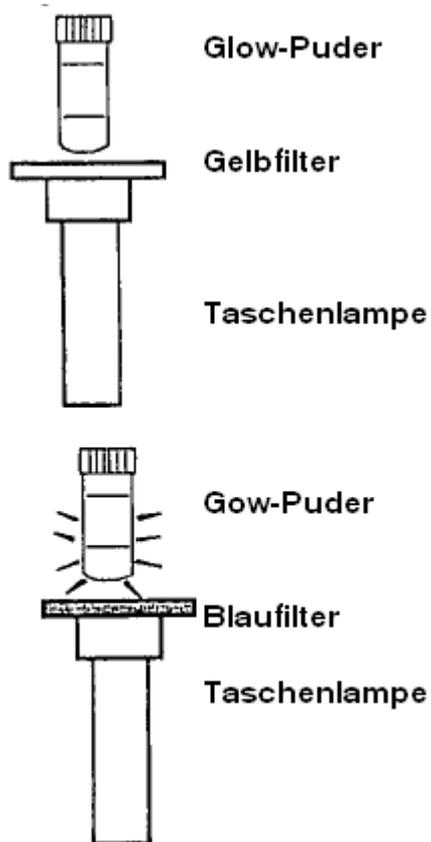
Licht sieht wie ein kontinuierlicher Strahl aus, aber es besteht aus einzelnen Partikeln bzw. Photonen. Tatsächlich wird alles diskontinuierlich oder scheint aus separaten oder diskreten Einheiten aufgebaut zu sein, je kleiner die betrachtete Ebene wird. Jede physikalische Quantität muss letztlich aus elementaren Quanten aufgebaut sein. Einstein gab als Beispiel an, dass wir große Mengen oder Tonnen von Sand wiegen können und eine solche Masse als kontinuierlich betrachten könnten. Aber im kleinen Maßstab könne sich diese Masse nur durch ein Vielfaches eines Sandkorns verändern. Und das wäre die genaueste Messung. Da jedes Sandkorn sich geringfügig von anderen unterscheidet, beschreibt dies zugleich die Grenze unserer Gewissheit über die Messung.

Ein Photon aus gelbem Licht unterscheidet sich von einem Photon blauen Lichts. Sie haben unterschiedliche Frequenzen und Energien. Für die Elektronen in Atomen gilt: Es muss ein Photon mit der richtigen Energie vorhanden sein, damit das Elektron sie absorbieren und in einen angeregten Zustand springen kann. Das folgende Experiment wird dies zeigen. Die Quantentheorie und Einsteins Relativitätstheorien eröffneten in der Physik seltsame neue Kapitel. Das schöne Leuchten des Leuchtpulvers ist ein einfacher Beweis für die Existenz von Quanten. Aber die Theorie führt weiter zu Quarks und Elementarteilchen von Materie sowie zur Schöpfung an sich.

### Experiment 2 : Quantenleuchten

Dies ist ein sehr interessantes Experiment, das uns zeigen wird, wie die Quantentheorie funktioniert. Man braucht dazu eine gelbe und eine blaue Lichtquelle. Eine Taschenlampe sowie gelbe und blaue Filter reichen aus. Die Filter im Bausatz „Chemische Kabinettstückchen für Zuschauer“ [Spectator Chemistry Bits kit] funktionieren hervorragend.

Chemische Kabinettstücken – Best.-Nr.1086424 - KopiervorlageSchüler



Führe das Experiment im Dunkeln oder im Halbdunkeln durch. Bewahre das Leuchtpulver in einem dunklen Gefäß auf und es muss sich im Zustand des „Nicht-Leuchtens“ befinden. Stelle nun das Fläschchen mit dem Leuchtpulver für 5 Sekunden nah an eine Gelblichtquelle. Schauge nach, ob es leuchtet. Besteht das Gelblicht vorwiegend aus gelbem Licht, wird das Leuchtpulver nicht leuchten.

Als Nächstes stelle das Leuchtpulverfläschchen 5 Sekunden lang nah an eine Blaulichtquelle, und zwar in der gleichen Weise, sodass der einzige Unterschied bzw. die Variable in der Lichtfarbe besteht. Das Leuchtpulver wird nun leuchten. Blaulicht hat eine höhere Energie als Gelblicht. Ferner hat es die richtige Frequenz für den Vollzug des Quantensprungs. Weißes Licht enthält einen Blaulichtanteil sowie alle Farben des Spektrums sichtbaren Lichts.