

What Color Is It?

Eine Lösung hat, je nach Blickwinkel, zwei Farben.

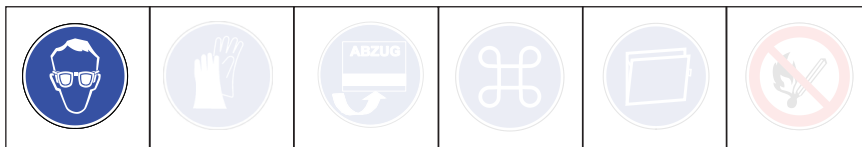
Hintergrund

Der Versuch spielt mit den Phänomenen Fluoreszenz und Absorption. Mit unterschiedlichen Farbfiltren lassen sich Hypothesen aufstellen und gleich auf ihre Richtigkeit überprüfen.

Gefahren



Signalwort: ---



Schutzbrille tragen.

Chemikalien

Fluorescein-Natrium
Bromphenolblau
Natriumhydrogencarbonat

Materialien

1 L Becherglas, niedrige Form
Diaprojektor
UV-Lampe
Verschiedene Filter (passend für das Diafach im Diaprojektor), z. B. Blau (Cobaltglas), Rot
Weißer Hintergrund, z.B. Styroporplatte
2 L Messkolben (zum Ansetzen der Lösung)

Ansetzen der Lösung

2 Liter Messkolben mit dest. Wasser bis zum Eichstrich füllen und folgende Substanzen lösen:

1 g Fluorescein-Natrium
0,25 g Bromphenolblau
0,25 g Natriumhydrogencarbonat

Die Lösung muss neutral oder leicht alkalisch reagieren, um die gewünschten Farben zu erhalten.

What Color Is It?

Versuchsdurchführung

1. Schüler um den Lehrertisch gruppieren lassen. Raum abdunkeln.
2. Die Lösung wird in ein 1-Liter-Becherglas mit weißem Licht bestrahlt (z. B. mit Diaprojektor).
3. Hinter dem Becherglas befindet sich in etwa 50 cm Abstand ein weißer Hintergrund.

Beobachtung

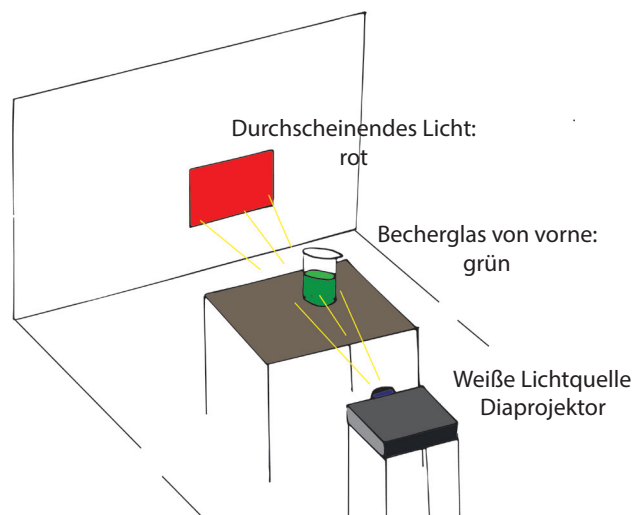


Abb. 1: Versuchsbeobachtung - Zwei Farben in einem Becherglas

Betrachtet man das Becherglas von vorne, sieht man eine „dicke“, grüne Schicht auf dem Becherglas, das durchstrahlende Licht auf dem Schirm aber ist rot. Auch wenn man das Becherglas von der Rückseite betrachtet, ist eine klare, rote Lösung zu beobachten.

Erklärung 1: Grüne Farbe

Die dicke Schicht wird durch Fluoreszenz ausgelöst, hervorgerufen durch Fluorescein. Valenzelektronen des Fluorescein werden durch das blau - violette Ende des sichtbaren Spektrums und durch UV-Licht angeregt, das grüne Fluoreszenzlicht entsteht dadurch, dass beim Zurückfallen der Elektronen auf das Grundniveau einen Teil der aufgenommenen Energie als Wärme abgegeben werden. Dadurch ist das abgegebene Licht energieärmer und somit im längerwelligen Bereich angesiedelt.

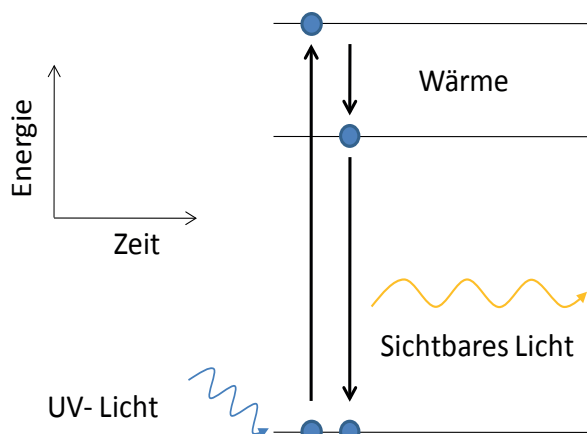


Abb. 2: Schema zur Erklärung der Fluoreszenz

What Color Is It?

Erklärung 2: Rote Farbe

Die rote, durchscheinende Farbe ist auf den zweiten Farbstoff, Bromphenolblau zurückzuführen. Im neutralen oder alkalischen Milieu besitzt Bromphenolblau eine blauviolette Färbung. Das Spektrum, bei einem $\text{pH} > 5$ aufgenommen, zeigt, dass der Farbstoff im blauen und roten Bereich das Licht durchlässt, und dazwischen absorbiert.

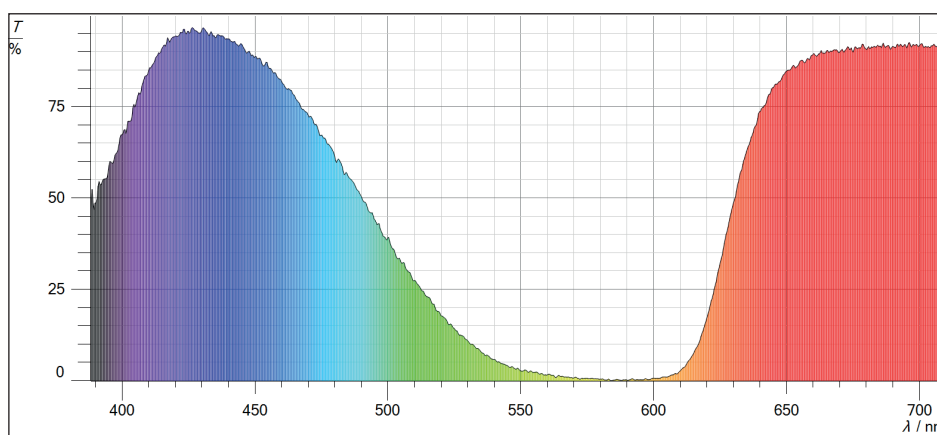


Abb. 3: Transmissionsspektrum von Bromphenolblau bei $\text{pH} > 5$
(Erstellt mit SpectraLab von LD-Didactic)

In der Lösung, in der Fluorescein und Bromphenolblau vorliegen, wird aber der blaue Lichtanteil schon vom Fluorescein absorbiert so dass nur grünes, gelbes und rotes Licht auf Bromphenolblau einwirken. Grünes und gelbes Licht absorbiert aber das Bromphenolblau, so dass nur noch rotes Licht übrig bleibt. Dies erklärt die rote Farbe.

Zusatzversuch

Der Versuch lässt sich durch mehrere Zusatzversuche ausbauen, wobei die Zuschauer mit einbezogen werden, indem Sie Hypothesen aufstellen können, die sofort überprüfbar sind.

1. Welche Farbe kann man beobachten, wenn man einen blauen Filter in den Strahlengang einschiebt (nur grüne Fluoreszenz, kein rot, der Schirm erscheint schwarz, es ist kein rot im anregenden Licht enthalten).
2. Welche Farbe kann man beobachten, wenn man einen roten Filter einschiebt (nur rot, keine Fluoreszenz, es steht kein Licht zur Verfügung, das Fluorescein anregen könnte).
3. Wenn man vorher nicht verraten hat, welche Farbe Bromphenolblau im neutralen oder alkalischen Milieu besitzt, kann man auch die Zuschauer darüber Vermutungen anstellen lassen. Bromphenolblau ist als Indikator nicht sehr bekannt, so dass Vorwissen kaum vorhanden sein dürfte.

Der Versuch mit dem roten Filter ist sehr beeindruckend, da auf einmal das Becherglas mit einer roten, durchscheinenden Lösung gefüllt ist. Der Versuch mit dem Blaufilter klappt oft nicht perfekt, da die zur Verfügung stehenden Filter auch oft einen kleinen Rotanteil durchlassen und dadurch die rote Farbe zwar deutlich geschwächt wird, aber nicht gänzlich verschwindet.

Sinnvoll ist es, eine Lösung mit Bromphenolblau vorzubereiten, um die Farbe zu demonstrieren. Wenn ein Spektrometer zur Verfügung steht, kann auch ein Spektrum aufgenommen werden.

Auch kann man abschließend die Lösung vor den Augen der Zuschauer aus den zwei Substanzen noch einmal in einer kleinen Menge zusammenmischen, um die Hypothese, es handelt sich bei der Testlösung um eine Lösung von zwei Farbstoffen, endgültig zu bestätigen.

What Color Is It?

Entsorgung

Die Lösung kann immer wieder verwendet werden. Sie ist über Jahrzehnte haltbar. Die vom Autor verwendete Lösung wird seit 25 Jahren immer wieder genutzt, nur manchmal durch einen Papierfilter gefiltert, um Schlieren in der Lösung zu entfernen.

Anhang: Struktur der verwendeten Farbstoffe

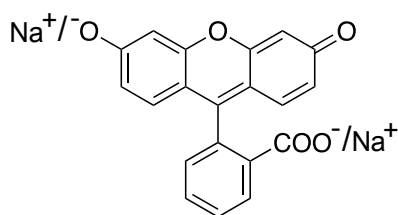


Abb. 4: Fluorescein-Natrium (Natriumsalz von Fluorescein)

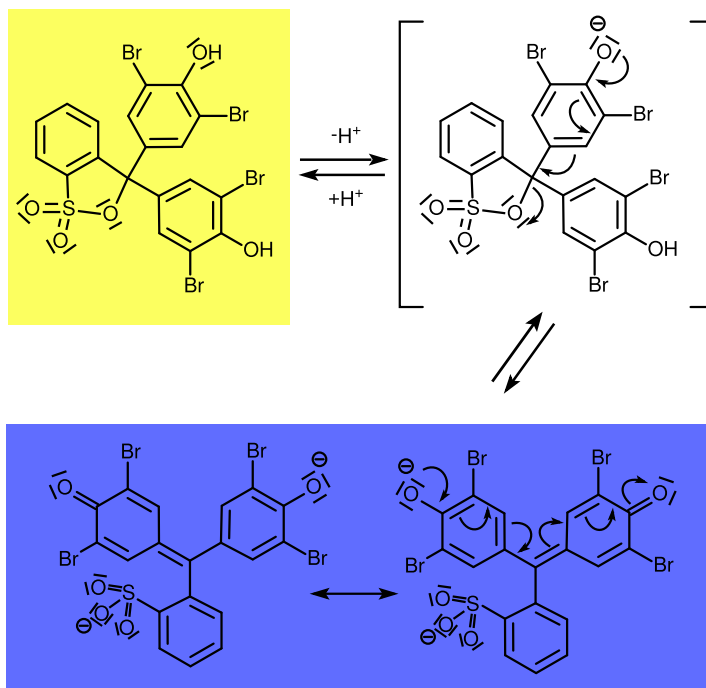


Abb. 5: Bromphenolblau in Abhängigkeit vom pH-Wert

Literatur

Earles, Thomas T.: What Color Is It? J. Chem. Educ., 1994, 71 (9), p 769.