

Bilder	Ton	Zeit [s]
Vorspann		
		4
Intro		
	<p>Man kennt es aus dem Alltag:</p>	5
	<p>Gegenstände die unter Schwarzlicht leuchten.</p>	
	<p>Aber welche Eigenschaften muss ein Stoff haben, um in Schwarzlicht leuchten zu können?</p>	6
	<p>Was ist überhaupt „Schwarzlicht“?</p>	4



Und was haben moderne Lampen damit zu tun?

4

Titel



10

Szene 1



Freitagabend 20:00 Uhr auf einer Minigolfanlage in Wuppertal. Dass dies keine normale Minigolfanlage ist, wird auf den ersten Blick deutlich.

18



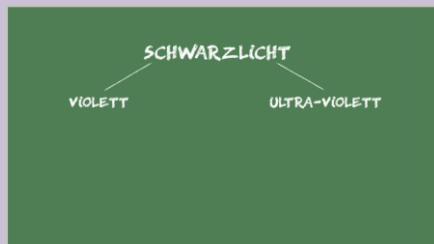
Leuchtfarben erwecken neben Ball und Bahn auch ganze Phantasiewelten zum Leben.



Damit diese Farben im Dunkeln leuchten, müssen die Gegenstände mit Schwarzlicht bestrahlt werden.

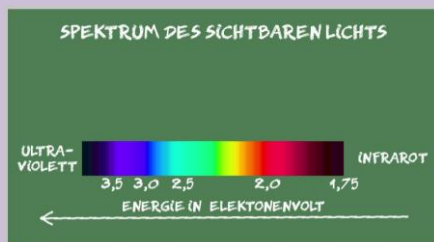
8

Schwarzlicht



Schwarzlicht setzt sich aus violetterm und ultravioletterm Licht, kurz UV-Licht, zusammen.

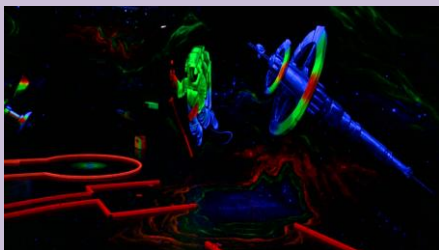
8



Diese Grafik zeigt die Zuordnung von Farben des sichtbaren Lichtes zu den entsprechenden Energien: Von energiereicherem, violettem Licht links, zu energiearmem rotem Licht rechts.

35

Das energiereiche violette Licht, das wir mit unseren Augen noch wahrnehmen können liegt am Rande des sichtbaren Bereiches. Noch energiereicherer Licht liegt jenseits des violetten und wird daher als ultraviolett bezeichnet. Unser Auge kann dieses nicht wahrnehmen.



Doch was hat dieses, fast unsichtbare Licht, mit den Leuchtfarben der Minigolfanlage zu tun?

7

Versuch 1



Zur Beantwortung dieser Frage wird ein Experiment im Labor durchgeführt.

14

Zur Veranschaulichung werden wässrige Lösungen von Fluoreszein und Esculin unter Tageslicht und unter UV-Licht betrachtet.



Unter Tageslicht betrachtet erscheint die Fluoreszein-Lösung gelb. Bei Bestrahlung mit UV-Licht beginnt die Lösung neongrün zu leuchten.

13



Auch die Esculin-Lösung beginnt bei UV-Licht zu leuchten. Ist sie unter Tageslicht noch farblos, so erscheint sie unter Bestrahlung von UV-Licht hellblau.

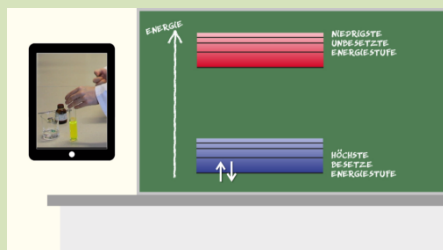
13



Werden die Proben in einer dunklen Umgebung verglichen, lässt sich dieser Effekt noch deutlicher erkennen.

8

Erklärung V1

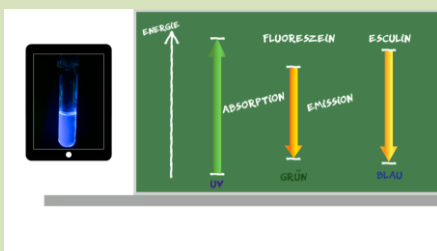
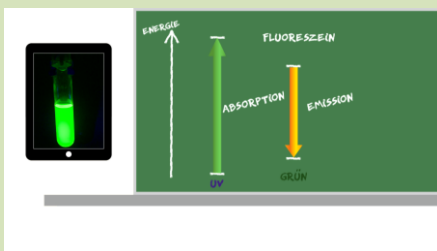
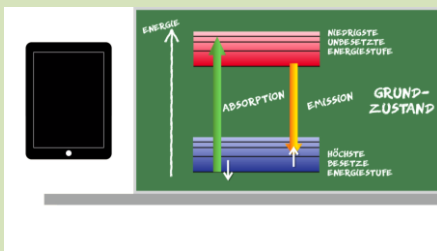
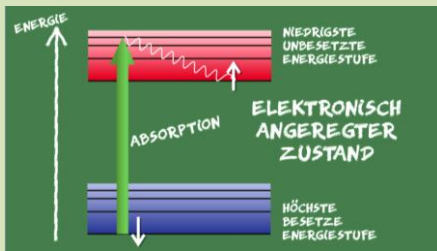
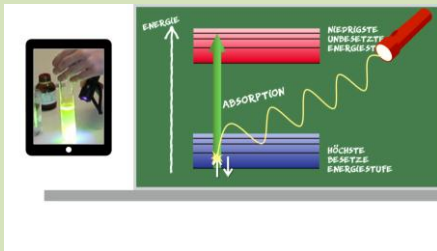


Zur Erklärung dieses Effektes wird das Energiestufenmodell herangezogen: Jedes Molekül besitzt bestimmte Energiestufen, in denen sich die Elektronen aufhalten können. Bedeutsam für diesen Effekt sind die Elektronen auf der höchsten besetzten Energiestufe, hier dargestellt als zwei entgegengesetzte Pfeile. Diese Konfiguration bezeichnen wir als „Grundzustand“.

42

Die nächst höhere Energiestufe ist die niedrigste unbesetzte Energiestufe.

Innerhalb der Energiestufen existieren mehrere Schwingungszustände. Zwischen diesen können die Elektronen durch



Aufnahme oder Abgabe von Wärme wechseln.

Trifft ein Lichtteilchen, ein Photon, geeigneter Energie auf das Molekül, so wird dieses angeregt. Hierbei wechselt ein Elektron aus der höchsten besetzten Energiestufe in ein höheres Schwingungsniveau der niedrigsten unbesetzten Energiestufe.

18

Diese Konfiguration wird als elektronisch angeregter Zustand bezeichnet.

15

Das Molekül gibt zunächst etwas Energie in Form von Wärme ab, wobei das Elektron in das unterste Schwingungsniveau der Energiestufe wechselt.

Aus diesem elektronisch angeregten Zustand emittiert das Molekül ein Photon und erreicht den Grundzustand.

15

Unter Abgabe von etwas Wärme gelangt das Elektron wieder in das niedrigste Schwingungsniveau der Energiestufe.

Der Vergleich zwischen dem absorbierten und emittiertem Photon zeigt, dass das emittierte Photon energieärmer ist.

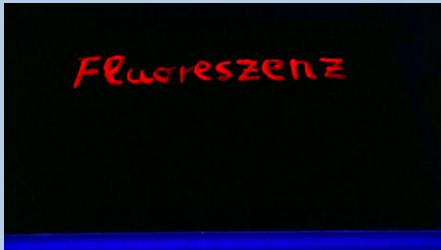
15

Im Fall von Fluorescein wird unsichtbares UV-Licht in sichtbares grünes Licht umgewandelt.

Bei Esculin ist das emittierte Licht blau, da der Abstand zwischen höchster besetzter Energiestufe und niedrigster unbesetzter Energiestufe größer ist.

12

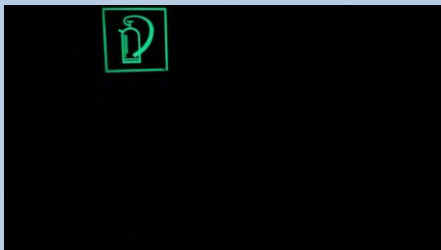
Übergang Plakat 1



Der im Modell dargestellte Vorgang wird als Fluoreszenz bezeichnet. Die Gesamtdauer des Vorgangs beträgt ca. eine Nanosekunde, daher endet das Leuchten in dem Moment, in dem das Schwarzlicht ausgeschaltet wird.

19

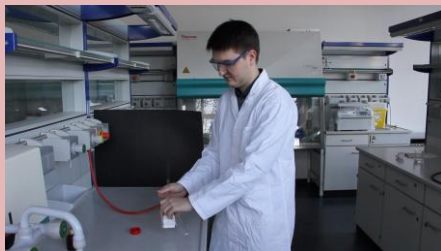
Intro 2



Wie kann es sein dass, einige Gegenstände auch nach Ausschalten des Lichtes weiterleuchten?

8

Versuch 2



Im Labor wird dieses Phänomen nachgestellt.

6



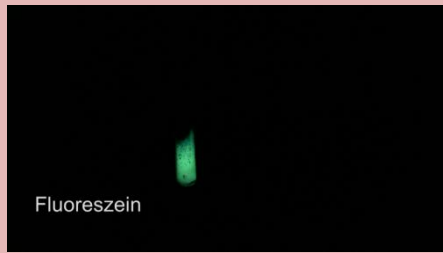
Dazu wird in einem ersten Schritt Weinsäure in einem Reagenzglas erhitzt. Sobald die Weinsäure vollständig geschmolzen ist, wird Fluorescein darin gelöst.

28



Das Gemisch wird am Rand des Reagenzglases verteilt, bis es erstarrt.

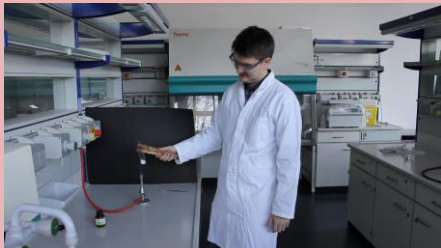
5



Nach dem Abkühlen wird die Probe unter UV-Licht betrachtet.

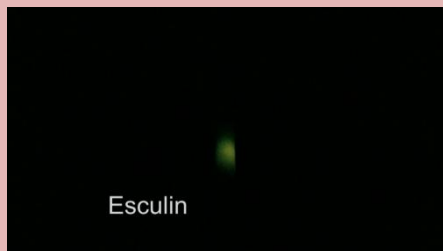
10

Wird die Lampe ausgeschaltet leuchtet die Probe einige Zeit grün nach.



Ein ähnlicher Effekt zeigt sich wieder beim Esculin. Auch hier wird eine Schmelze aus Weinsäure hergestellt. Zu dieser wird etwas Esculin gegeben.

14

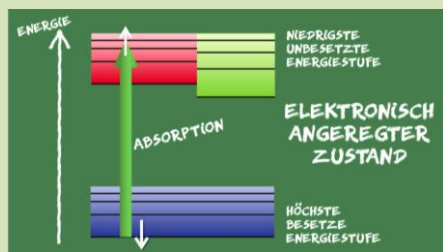


Nach dem Abkühlen leuchtet die Probe unter UV-Licht hellblau.

11

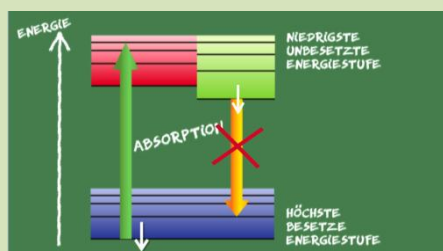
Bei Ausschalten der Lampe lässt sich ein grün-gelbes Nachleuchten erkennen.

Erklärung V2



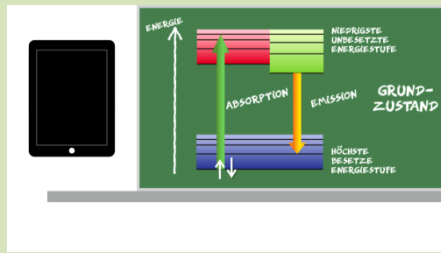
Zur Erklärung wird das Energiestufenmodell folgendermaßen erweitert: Durch Einlagerung des Fluorescein-Moleküls in Weinsäure kann es im angeregten Zustand zu einer Spinumkehr des Elektrons kommen. Der Spin kann als Eigendrehung des Elektrons in eine oder die entgegengesetzte Richtung verstanden werden.

21



Elektronen mit gleichem Spin können nicht in derselben Energiestufe existieren. Beim Wechsel in den Grundzustand muss das Elektron seinen Spin wieder

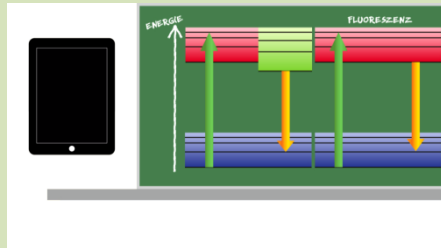
18



umkehren.

Da die Wahrscheinlichkeit, dass beide Vorgänge gleichzeitig passieren sehr gering ist, kann das Molekül länger im angeregten Zustand verweilen.

9



Vergleicht man die Energien mit denen bei der Fluoreszenz, so wird deutlich, dass die Energien des absorbierten Lichtes zwar gleich sind, sich die Energien des emittierten Lichtes aber unterscheiden.

11

Bei der Fluoreszenz ist die Energie größer, sodass energiereicheres, blaues Licht abgestrahlt wird. Das grün-gelbe Nachleuchten in diesem Versuch zeugt somit von energieärmeren Licht.

12



Dieses Phänomen kommt durch die veränderten Schwingungsniveaus bei der Spinumkehr zustande.

5

Übergang Plakat 2



Dieses Phänomen nennt man Phosphoreszenz.

4



Das Nachleuchten kann zwischen einigen Millisekunden bis zu mehreren Stunden anhalten.

12

Alltagsbeispiel Lampen



Und was hat das jetzt mit modernen Lampen zu tun?

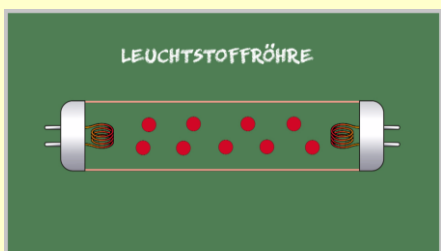
8

Fluoreszenz und Phosphoreszenz finden dort einen großen Anwendungsbereich.



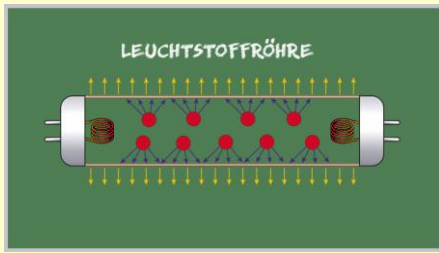
Dazu zählen Leuchtstoffröhren, Energiesparlampen und auch LEDs.

8



Exemplarisch wird der Fall einer Leuchtstoffröhre in folgender Darstellung betrachtet. Im Inneren der Röhre wird zunächst durch Gasentladung UV-Licht erzeugt. Da dieses für das menschliche Auge nicht sichtbar ist, wird an der Wand der Leuchtstoffröhre eine Mischung aus mehreren fluoreszierenden und phosphoreszierenden Stoffen aufgetragen. Durch eine geeignete Mischung der Stoffe lässt sich das UV-Licht in, für den Menschen sichtbares, weißes Licht umwandeln.

32



Da Lampen bei Ausschalten nicht Nachleuchten sollen werden phosphoreszierende Stoffe verwendet, deren Nachleuchten maximal den Bruchteil einer Sekunde beträgt.

10

Schluss



Somit begegnet man Fluoreszenz und Phosphoreszenz im Alltag in den unterschiedlichsten Situationen.

8



Wenn man auf das Ziffernblatt seiner Uhr schaut, in der Disco, beim Bezahlen an einer Kasse oder beim Einschalten einer Lampe. Fluoreszenz und Phosphoreszenz sind für uns alle alltäglich auch wenn es uns oftmals nicht bewusst ist.

27

Abspann



8



10

