Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

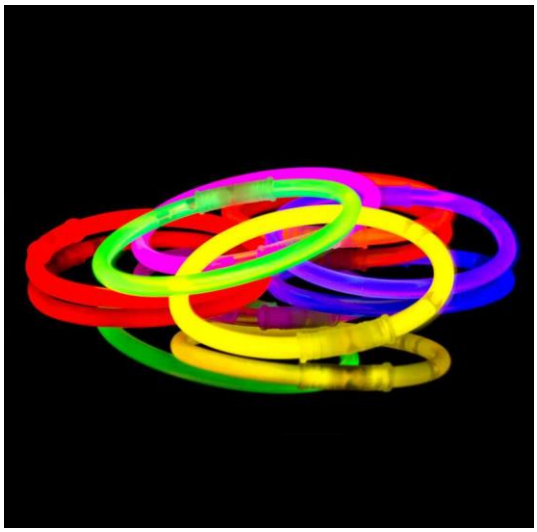
CHEMIE im Alltag
das Experiment

Inhaltsverzeichnis:

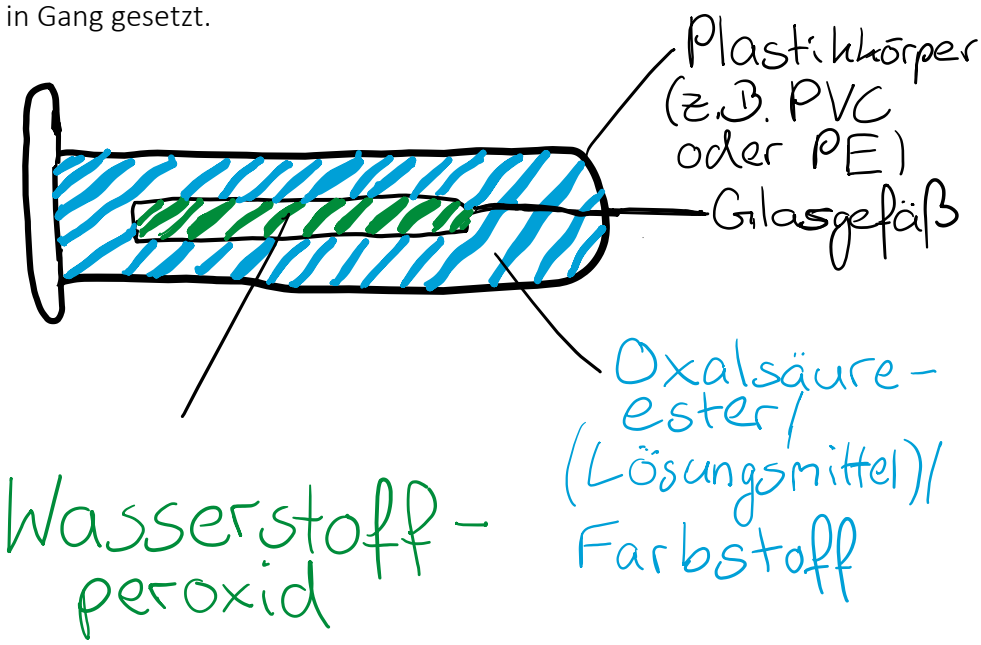
- Aufgabe 1.1
  - a.)
  - b.)
- Aufgabe 1.2
  - a.)
  - b.)
- Aufgabe 1.3
  - a.)
  - b.)
- Versuch 1
- Aufgabe für alle
- Aufgabe ab Klasse 9
- Versuch 2
- Aufgabe für alle
- Aufgabe ab Klasse 8
- Versuch 3

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Aufgabe 1.1



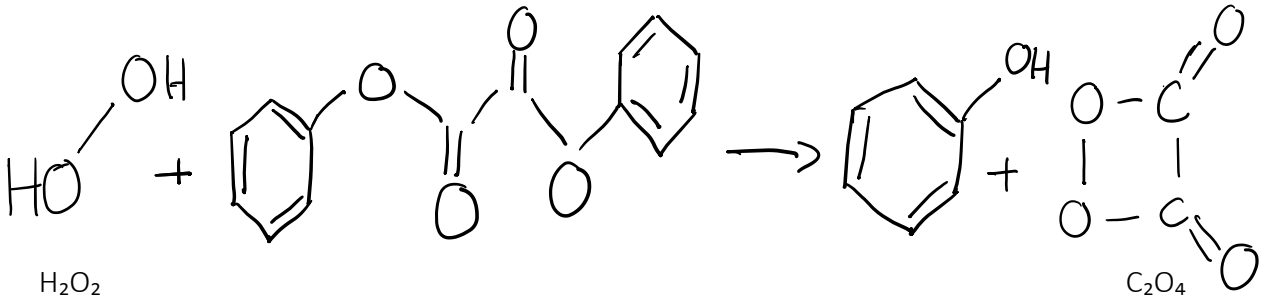
a.) Knicklichter bestehen aus einem Plastikkörper, in dem ein Farbstoff, ein Oxalsäureester und ein Lösungsmittel, enthalten sind. Im Inneren ist noch ein weiteres Gefäß aus Glas oder sprödem Kunststoff, in dem sich die Chemikalie Wasserstoffperoxid befindet. Die Farbstoffe werden beigemischt, um gewünschte Farben (z.B. rot, grün, gelb, blau) zu erhalten. Der Aufbau eines Knicklichts ist also normalerweise stabil und sicher, sowie teilweise flexibel. Nachdem durch das Knicken das Glasgefäß zerbricht, können sich die Substanzen vermischen. Dadurch wird eine chemische Reaktion in Gang gesetzt.



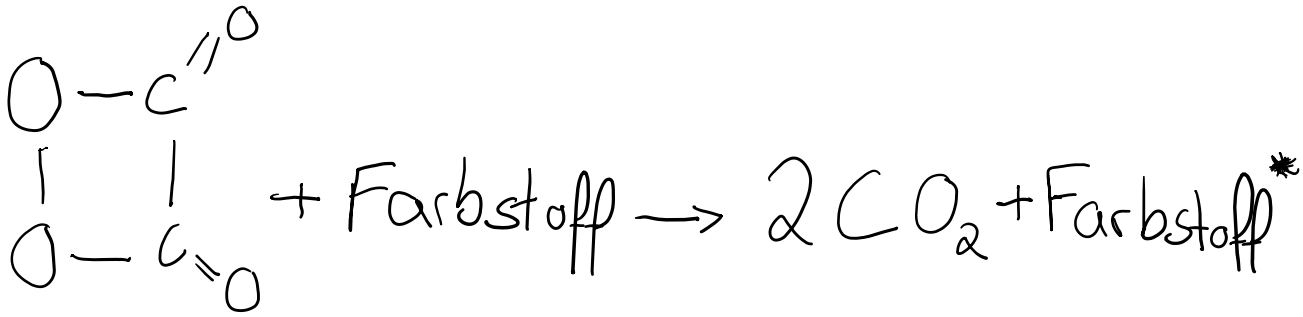
b.) Der verwendete Farbstoff ist ein polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoff. Während der chemischen Reaktion reagiert das Wasserstoffperoxid mit den Oxalsäureverbindungen und dabei entsteht eine sogenannte reaktionsfreudige Zwischenstufe 1,2- Dioxetandion. Da diese instabil ist, zerfällt der Stoff und es entsteht angeregtes Kohlendioxid, welches ein höheres Energielevel besitzt. Diese Energie wird an den Farbstoff übertragen, welcher die Energie wieder in Form von Licht abgibt. Die Farbstoffe befinden sich also kurzzeitig in einem elektronisch angeregten Zustand. Während sie den Grundzustand wieder erreichen, geben sie Energie als Licht ab (ca.8-12 Std.). Diesen Vorgang nennt man Peroxyoxalat-Chemilumineszenz. Sobald der Vorgang ausreagiert ist, hört auch das Leuchten auf. Die Reaktion ist irreversibel, man kann die Knicklichter also nicht wieder aufladen. Es handelt sich um „kaltes“ Licht, da die Strahlen nur aus dem sichtbaren Bereich des Spektrums kommen.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

I.) Wasserstoffperoxid + Oxalsäureester → Phenol + 1,2 Dioxetandion



II.) 1,2 Dioxetandion + Farbstoff → Kohlenstoffdioxid + energiereicherer Farbstoff



III.) Farbstoff* → energieärmerer Farbstoff + Licht

Aufgabe 1.2

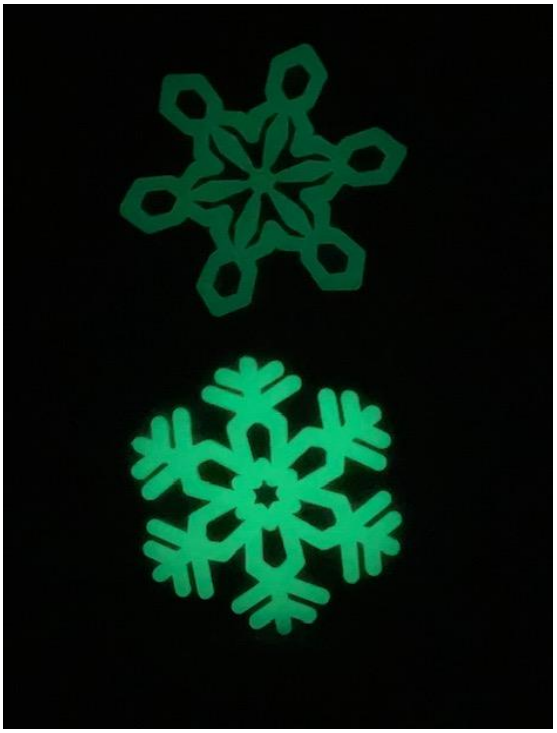
a.)

	Leuchkraft	Farbe	Leuchtdauer	Heizleistung
Knicklicht	Kräftiges Leuchten; Stark verringerte Leuchtkraft im Hellen	Abhängig von Farbstoff, z.B. blau	ca. 8-12 Std.	Keine
Teelicht	Intensives Strahlen → nahe Umgebung wird sichtbar, leichtes Flackern der Kerzenflamme	orangegelb; blau an Rändern nahe Docht; dunkler Bereich oberhalb des Dochts	ca. 4 Std.	Wärme ist spürbar; ca. 30-40 Watt
Leuchtflocken	Abhängig von Ladezeit im Licht (s. Bilder); eher schwaches Leuchten; schöne Farbgebung	Neongrün	bis zu 8 Std. im Dunkeln	Keine

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Blaues Knicklicht

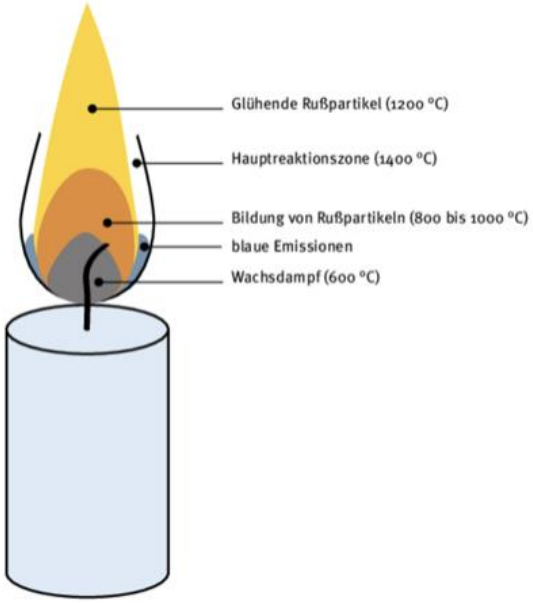
Teelicht



Leuchtmotive: Unten im Licht aufgeladen, oben nicht aufgeladen

Teelicht und nahe Umgebung

b.) Nach dem Anzünden der Kerze schmilzt das Wachs (z.B. Paraffin) bei ca. 45-50°C und steigt durch Kapillarwirkung in den Docht. Hier verdampft es durch die Hitze der Flamme. Die Kerzenflamme ist letztlich das verdampfende Kerzenwachs. Zuerst ist der Wachsdampf noch nicht heiß genug und befindet sich in einem kühleren, dunklen Bereich um den Docht. Wird das Wachs zunehmend erhitzt, brechen die langen Kohlenwasserstoffketten im Paraffin auf. Die Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff mischen sich an der Oberfläche mit dem Luftsauerstoff und reagieren in der sog. Reaktionszone. Dabei entstehen Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid und es wird Wärme freigesetzt. Es entstehen auch Zwischenprodukte wie molekularer Kohlenstoff (C_2) oder CH-Moleküle. Die Kohlenstoffpartikel glühen bei etwa 1200°C sehr hell und sorgen für die charakteristische orange-gelbe Farbe. Auch bei Kerzen gibt es die Chemilumineszenz als bläuliches Licht nahe des Dochts. Hier besitzt ein Elektron des molekularen Kohlenstoffs ein höheres Energieniveau als im Grundzustand. Die Energie wird dann in Form von Licht wieder abgegeben. Die Kerzenverbrennung ist also ein Kreislauf, bei dem die Hitze der Kerzenflamme Wachs wieder verdampfen und verbrennen lässt.



Die Leuchtsterne leuchten aufgrund einer selbstleuchtenden Folie. Diese Folie besteht aus einem Stoffgemisch aus Zinksulfid, gelöstem Kupfer und Natriumchlorid. Wenn diese Stoffe maschinell gepresst und im Ofen gebrannt werden, leuchtet das entstandene Produkt im Dunkeln. Nun wird das Produkt mit einem Bindemittel verbunden und in entsprechende Formen gedruckt. Dieser Stoff lädt sich mit Licht auf, da die Elektronen mit der Lichtenergie auf ein höheres Energieniveau geschoben werden. Diese Energie geben die Elektronen dann wieder in Form von Licht ab. Dieser Vorgang ist mehrmals durchführbar, da die Leuchtformen wieder aufgeladen werden können. Man spricht von Phosphoreszenz, weil das Nachtleuchten der Sterne längere Zeit andauert. Es gibt auch professionelle Leuchtpigmente mit der phosphoreszierenden Substanz Strontiumaluminat.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Aufgabe 1.3

a.) Spielt die Temperatur bei der Leuchtkraft von Knicklichtern eine Rolle?

Vorgehensweise: Zunächst testet man den Einfluss von Kälte auf ein Knicklicht. Man legt das Knicklicht also für etwa 30 Minuten in ein Gefrierfach und beobachtet dann die Leuchtkraft. Außerdem wird überprüft, ob der Einfluss von Wärme bei der Leuchtkraft eine Rolle spielt. Es wird also ein Knicklicht für ca. 10 Minuten in heißes Wasser gelegt und das Leuchten beobachtet. Zum Vergleich der Leuchtintensität werden beide Knicklichter vorher fotografiert. Es muss darauf geachtet werden, dass die Knicklichter nicht beschädigt oder geöffnet werden.

Material: 2 Knicklichter, Gefrierfach, Schale, Wasser, Wasserkocher

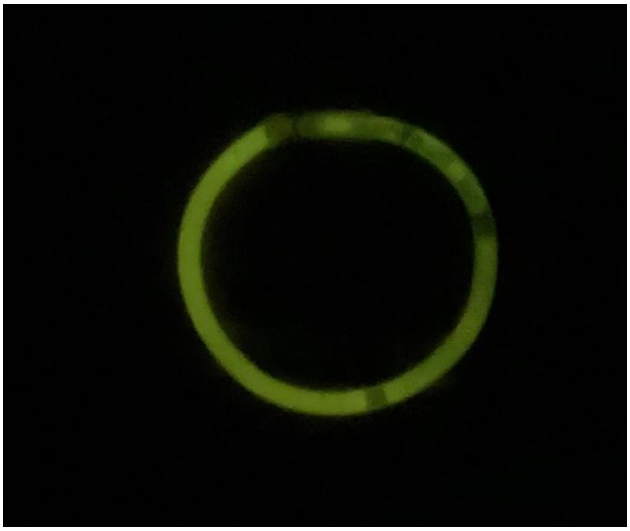
Beobachtungen:

Bei Raumtemperatur:

Bei Raumtemperatur (ca. 22°C) sind beide Knicklichter im Dunkeln und bei Tageslicht ungefähr gleich hell.

Bei Kälte:

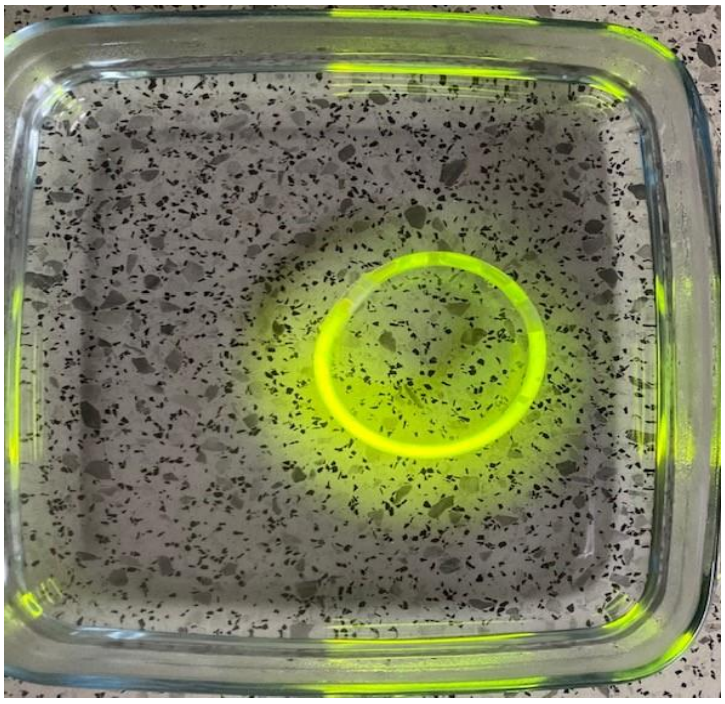
Nach etwa 30 Minuten im Gefrierfach (ca. 0°C) ist das eine Leuchtband deutlich weniger stark als davor. Auch im Tageslicht ist die Leuchtkraft schwächer als zuvor (siehe Bild unten).



Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Bei Wärme:

Nach etwa 10 Minuten in heißem Wasser (ca. 80°C) kann man beobachten, dass das andere Knicklicht erkennbar heller und strahlender ist. Bei Tageslicht ist der Unterschied im heißen Wasser schon nach wenigen Minuten sichtbar (siehe Bild).



b.) Erklärung:

Die chemische Reaktion wird bei Kälte stark verlangsamt. Die Energie des Farbstoffs wird also langsamer in Form von Licht abgegeben als bei Raumtemperatur. Dadurch wird die Leuchtkraft schwächer und die Leuchtdauer verlängert sich.

In einer warmen Umgebung läuft die Reaktion deutlich schneller ab als bei Raumtemperatur. Die Energie wird also viel schneller in Licht abgegeben und dies erklärt das Strahlen des Knicklichts. Dabei wird allerdings auch die Leuchtdauer verkürzt.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Versuch 1

Material: Schwarzlicht-Taschenlampe, Geldschein, frisch geschnittener Zweig einer Rosskastanie, Gefäß und warmes Wasser, Vanille-Puddingpulver, Gefäß und Wasser mit Rührstab

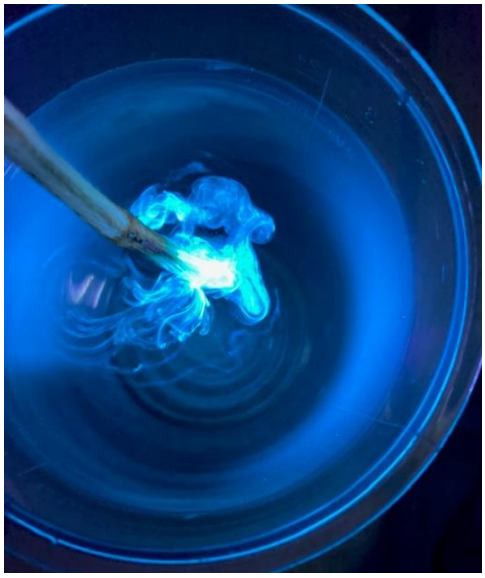
Durchführung: Zunächst nimmt man einen Geldschein und beleuchtet ihn mit Schwarzlicht in einem dunklen Raum. Als nächstes schneidet man den Zweig einer Rosskastanie in ein kleineres Stück und schält ihn. Nun taucht man den Zweig langsam in ein Gefäß mit warmem Wasser ein. Dabei beleuchtet man dieses Gefäß mit der Schwarzlicht-Taschenlampe auch im Dunkeln. Zuletzt rührt man Vanille-Puddingpulver ca.15g in 500ml Wasser in einem Gefäß und wartet ein paar Minuten. Dann beleuchtet man auch dieses Gefäß mit Schwarzlicht.

Beobachtungen:

1. Geldschein: Bei der Beleuchtung der Geldscheine leuchten im Schwarzlicht bestimmte Fasern auf der weißen Fläche bunt, die im Tageslicht nicht erkennbar sind. Diese Bereiche leuchten in den Farben Blau, Rot und Grün. Außerdem sind die Kreise, manche Sterne und eine größere runde Fläche in der Mitte des Scheins etwas strahlender gelb gefärbt.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Zweig einer Rosskastanie: Sobald der frisch angeschnittene Kastanienzweig in das Wasser getaucht wird, kann man beobachten, dass eine blau-weiß leuchtende Substanz ausläuft. Diese Substanz verteilt sich (diffundiert) im Wasser.



Vanille-Puddingpulver: Sobald das Gefäß mit Schwarzlicht beleuchtet wird, beobachtet man eine gelbgrüne Färbung.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Aufgabe für alle

Material: Tonic-Wasser, Olivenöl, Rapsöl, 3 Gefäße, Schwarzlicht-Taschenlampe

Durchführung: Man nimmt jeweils einer der drei Flüssigkeiten und gießt sie in ein Gefäß. Im Dunkeln leuchtet man mit der Schwarzlicht-Taschenlampe auf die Substanzen.

Beobachtungen:

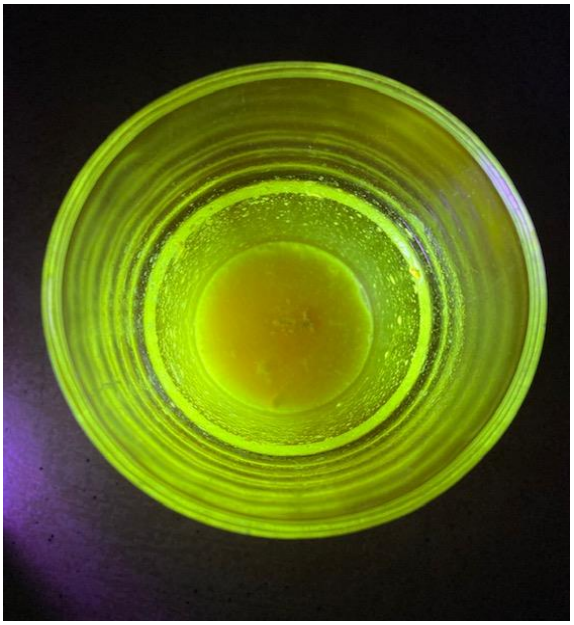
1. Tonic-Wasser: Wenn die Flüssigkeit mit Schwarzlicht beleuchtet wird, beobachtet man eine blaue Färbung.

2. Rapsöl: Durch das Beleuchten mit der Schwarzlicht-Taschenlampe, kann man eine grüne Färbung beobachten.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

3. Olivenöl: Beim Beleuchten des Olivenöls beobachtet man eine rot orange Färbung.

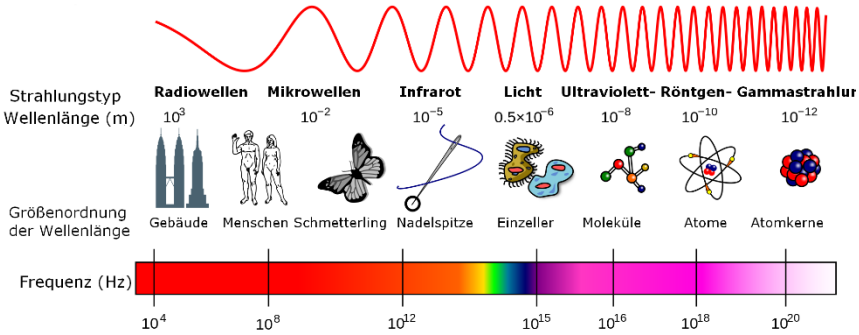
Zusatz: 4. B_{12}-Tablette in Essig gelöst: Man beobachtet beim Bestrahlen mit Schwarzlicht eine neongelbe Färbung.



Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Aufgabe ab Klasse 9

Erklärung: Schwarzlicht ist die umgangssprachliche Bezeichnung von UV-A-Strahlung. Die UV-A-Strahlung ist kurzwelliger und energiereicher als die des sichtbaren Lichts und kann vom Menschen nicht gesehen werden. Stoffe, wie in Versuch 1, absorbieren Energie in Form von energiereichem Licht (vor allem UV-Licht). Durch die Absorption der Photonen gelangen die Elektronen der Teilchen in einen energetisch höheren Zustand. Da dieser Zustand nicht sehr stabil ist, kommt es zu einer schnellen Wiederabgabe der Energie (teilweise Abgabe durch Schwingungsrelaxation). Nachdem das Teilchen relaxiert, geht es in den Grundzustand über. Dabei gibt das Teilchen seine restliche Energie in Form von Licht ab. Die abgegebene Energie ist kleiner als die zuvor aufgenommene. Dadurch erscheint Licht im sichtbaren Spektrum und man kann es als Mensch sehen. Das nennt man Fluoreszenz. Dieser Vorgang funktioniert nur bei Stoffen, die zu Fluoreszenz angeregt werden können (wie in Versuch). Bei Geldscheinen sind fluoreszierende Fasern vorhanden, die bei Tageslicht nicht gesehen werden können. Die auslaufende Substanz des Zweigs der Rosskastanie ist Esculin, welches ebenfalls bei Tageslicht nicht gesehen werden kann. Bei Vanille-Puddingpulver sorgt der orangegelbe Lebensmittelfarbstoff Riboflavin (E101) für die gelbgrüne Fluoreszenz, der mit dem beim Rühren zugeführten Luftsauerstoff reagiert.



➔ Fluoreszenz und Phosphoreszenz sind Formen der Photolumineszenz

Versuch 2

Material: Kaffee- oder Teefilter, Bleistift, Glas, Schere, grüner Textmarker, orangener Textmarker, gelber Textmarker, violetter Textmarker, Pipette, Wasser, Schale, Schwarzlicht-Taschenlampe,

Durchführung: Zuerst schneidet man vier runde Kaffeefilterpapiere aus. Nun bestimmt man die Mitte des Filters und zeichnet ein kleines Bleistiftkreuz hin. Als nächstes malt man mit den jeweiligen Textmarkern eng um das Kreuz. Danach tropft man aus einer Pipette langsam Wasser auf das Kreuz und wartet dabei, bis die Tropfen aufgesaugt wurden. Nachdem das jeweilige Filterpapier getrocknet ist, beleuchtet man es im Dunkeln mit Schwarzlicht.

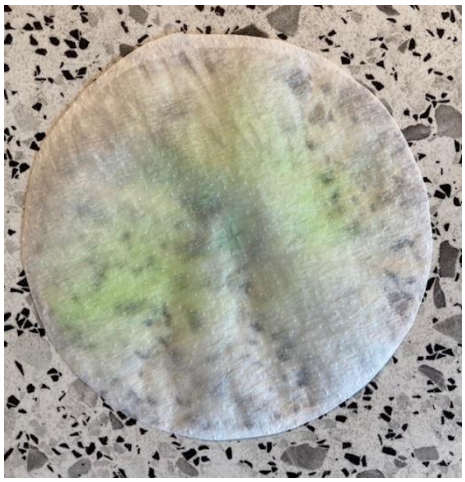
Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Aufgabe für alle

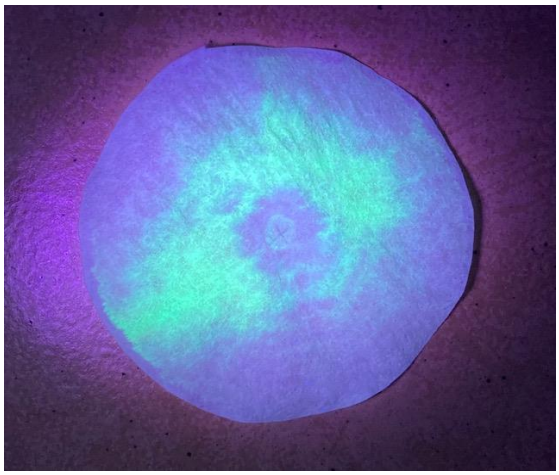
Beobachtung:

Die jeweilige Farbe der Textmarker fließt mit jedem Tropfen Wasser weiter nach außen, bis der Rand erreicht ist. Das Filterpapier wurde etwas wellig und die Farbe fließt vor allem in niedrigere Bereiche. Im Schwarzlicht verändern sich die Farben eindrucksvoll.

1. Grüner Marker: Man beobachtet man eine neongrüne Färbung, da wo die Farbe ist.

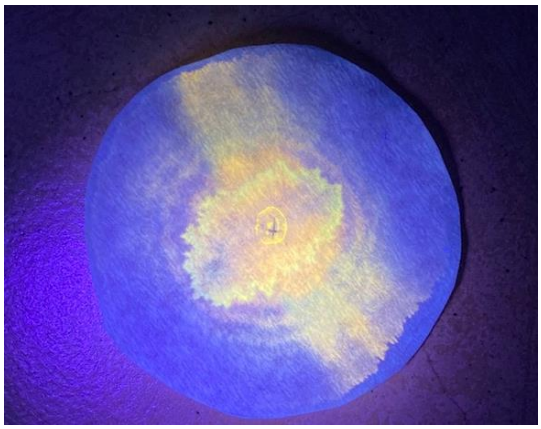


Nach Trocknungszeit →



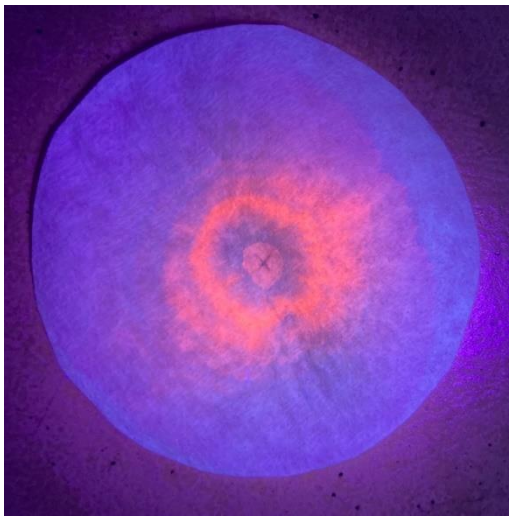
2. Orangener Marker: Man beobachtet eine neonorange Färbung.

Nach Trocknungszeit →

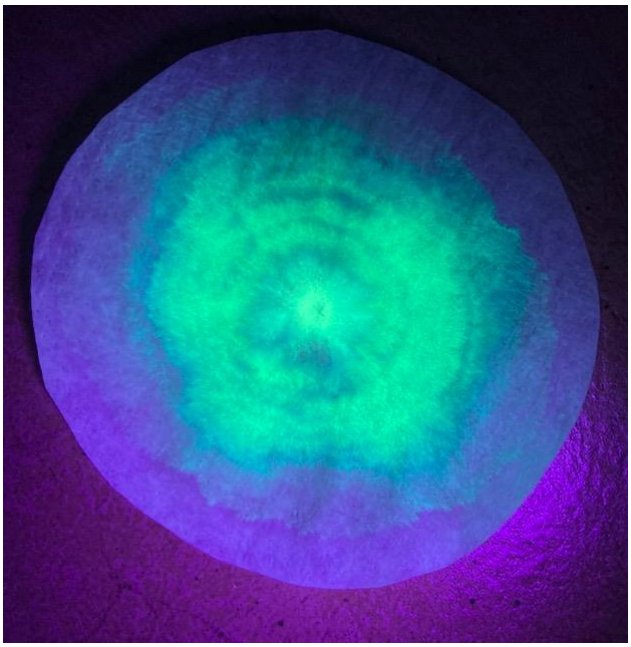


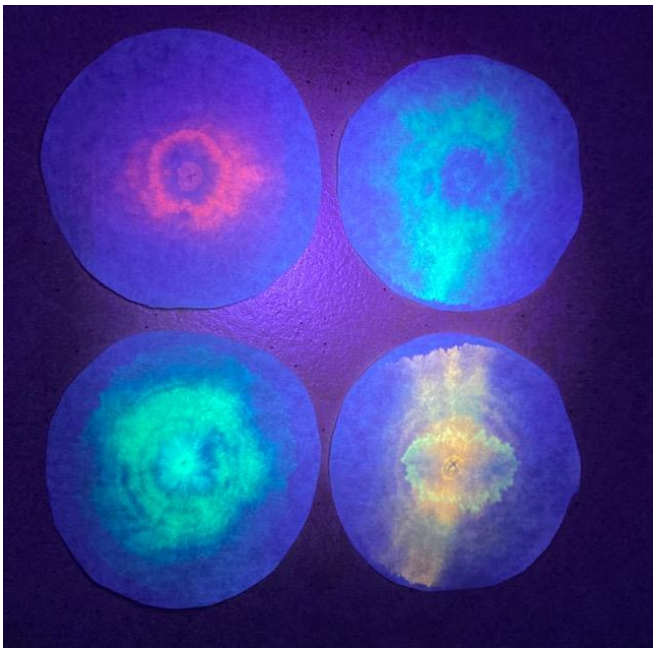
3. Violetter Marker: Man beobachtet eine rötliche Färbung.

Nach Trocknungszeit →



Zusatz: 4. Gelber Marker: Man beobachtet eine neongelbe Färbung.





Aufgabe ab Klasse 8

Erklärung: Zunächst fließt die Farbe auf dem Filterpapier vergleichbar dem Verfahren der Chromatographie in Richtung Rand des Papiers. Die Teilchen der Farbe werden durch die Wassertropfen weiter auf dem Filter mitgenommen. Dies passiert ungefähr kreisförmig (siehe gelber Textmarker). Durch das Anfeuchten mit Wasser entstehen leichte Wellen, weshalb sich die Farbe vor allem im niedrigeren Bereich verteilt.

Das intensive Aufleuchten der jeweiligen Textmarker lässt sich durch die enthaltenden fluoreszierenden Stoffe erklären. Die Stoffe werden also angeregt und emittieren sichtbares Licht bei UV-Strahlung. Im Tageslicht leuchten diese Stoffe nicht auf, da der UV-A-Anteil zu gering ist.

Versuch 3

Material: Textmarker (beliebige Farbe), Wasser, Gefäß, (Speise)Öl, Brausetabletten, Zange, Pinzette, Schwarzlicht-Taschenlampe

Versuchsdurchführung/Beschreibung des Vorgehens: Zunächst schneidet man den Textmarker mit der Zange vorsichtig auf und nimmt die Farbpatrone mit der Pinzette heraus. Diese gibt man nun in ein mit ca. 90ml Wasser gefülltes Gefäß und drückt die Farbe mit Hilfe der Pinzette heraus. Anschließend gibt man ca. 180ml Öl dazu und wartet einige Zeit. Anschließend wirft man zwei Brausetabletten in das Gefäß und beleuchtet es mit einer Schwarzlicht-Taschenlampe im Dunkeln.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Beobachtungen:

1. Das Wasser färbt sich grün, wenn man die Farbpatrone ausdrückt.
2. Das hinzugegebene Öl mischt sich nicht mit dem Wasser und bleibt oberhalb.
3. Wenn die Brausetabletten hinzugegeben werden, bilden sich kleine Bläschen, die nach oben strömen. An der Wasseroberfläche entsteht Schaum.

➔ Selbstgemachte Lava-Lampe

Erklärung:

1. Die Farbe mischt sich mit dem Wasser und dadurch erscheint es grün.
2. Öl (lipophil) besteht aus unpolaren Alkanen und Wasser (hydrophil) ist ein polares Molekül. Bei den polaren Wassermolekülen gibt es ein negatives Zentrum und zwei positive Zentren (δ^+ und δ^-) bzw. Partialladungen, die sich anziehen. Durch diese Molekülanziehung werden die unpolaren Moleküle verdrängt. Dadurch mischen sich die beiden Flüssigkeiten nicht.
3. Brausetabletten enthalten Carbonat oder Hydrogencarbonat und eine organische Säure. Bei Kontakt dieser Stoffe mit Wasser entsteht das Gas Kohlenstoffdioxid, welches durch das Aufsteigen die Ölbläschen mit nach oben nimmt und dort den Schaum verursacht.

Merz, David, Albertus-Magnus-Gymnasium, 10b, Middelkerker Straße 1-5 76275 Ettlingen,
betreuende Lehrerin: Frau Ducci

Quellenverzeichnis:

Bildquellen:

https://www.fcho.de/images/Experimentalwettbewerbe/logo_chemall.jpg

https://www.knixs.com/media/image/product/1509/lg/arm-knicklichter-8er-rolle-4-farb-mix-gruenrotblaugelb.jpg

Welt der Physik: Warum leuchtet eine Kerzenflamme unten bläulich und oben rötlich?

https://assets.serlo.org/legacy/56d70fcb00729_52ef8dba97f729567a04717ae5708802b7e6df6a.png

Literaturquellen:

https://www.knixs.com/Wie-funktionieren-Knicklichter-Aufbau-Chemie-Aktivierung

https://utopia.de/ratgeber/knicklichter-leuchtstaebe-mit-giftigen-inhaltsstoffen/

https://youtu.be/W2UjNE7v8r8

Welt der Physik: Warum leuchtet eine Kerzenflamme unten bläulich und oben rötlich?

Leuchtsterne - Die Seite mit der Maus - WDR (wdrmaus.de)

16 Dinge, die unter schwarzem oder ultraviolettem Licht leuchten (greelane.com)

Welt der Physik: Wieso leuchten T-Shirts in der Disco?

Der magische Pudding_Riboflavin_.PDF (uni-wuerzburg.de)

Coole LAVALAMPE selber machen - UV Licht Experiment by Incredible Experiments - YouTube

Warum löst sich Öl nicht in Wasser? - Wissenswertes über die Emulgatoren (helpster.de)