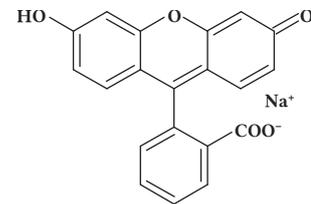


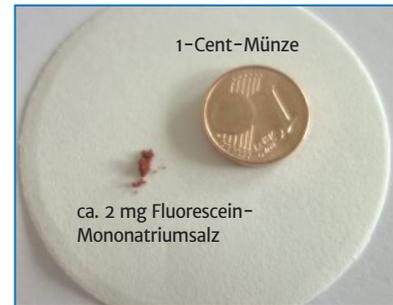
Fluorescein und Esculin bei verschiedenen pH-Werten

Fachbegriffe: Farbe durch Lichtemission, Fluoreszenz, Energiestufenmodell, Grundzustand, elektronisch angeregter Zustand

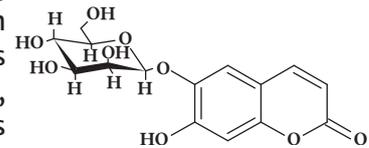
Hinweis: Die Versuche von den Arbeitsblättern 1 bis 3 sollten bekannt sein oder vor den folgenden Versuchen durchgeführt werden.



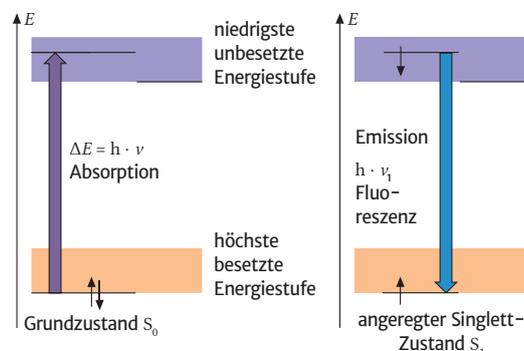
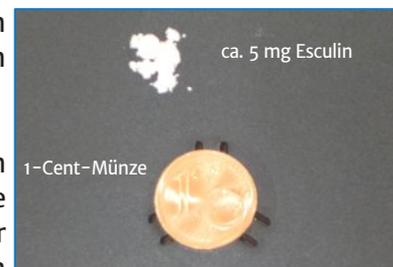
V1 Lösen Sie ca. 2 mg Fluorescein-Mononatriumsalz in 50 mL Wasser. Geben Sie von dieser Lösung in 5 Rggl. jeweils so viel, dass jedes Rggl. etwa 2 cm hoch gefüllt ist. Füllen Sie in das erste Rggl. Wasser bis es fast voll ist, geben Sie in das zweite weitere 2 mg Fluorescein, in das dritte 2 mL Natronlauge, $c = 0,1 \text{ mol/L}$, und in das vierte Salzsäure, $c = 0,1 \text{ mol/L}$. Das fünfte Rggl. dient als Vergleichsprobe. Vergleichen Sie das Aussehen der Lösungen im Tageslicht und im Licht der violetten LED-Taschenlampe. Beobachten Sie, was unmittelbar nach dem Ausschalten des Lichts geschieht.



V2 Lösen Sie ca. 5 mg Esculin in 25 mL Wasser. Teilen Sie die Lösung so auf 5 Rggl. auf, dass diese etwa 2 cm hoch gefüllt sind. Füllen Sie in das erste Rggl. Wasser bis es fast voll ist, geben Sie in das zweite weitere 5 mg Esculin, in das dritte 2 mL Natronlauge, $c = 0,1 \text{ mol/L}$, und in das vierte Salzsäure, $c = 0,1 \text{ mol/L}$. Das fünfte Rggl. dient als Referenzprobe. Vergleichen Sie das Aussehen der Lösungen im Tageslicht und im Licht der violetten LED-Taschenlampe. Beobachten Sie, was unmittelbar nach dem Ausschalten des Lichts geschieht.



A1 Erklären Sie mithilfe der Energiediagramme und den Fachinhalten aus Text 3-4 in den Zusatzinformationen (S. 43, 44) die Fluoreszenz in V1 und V2 auf Teilchen-Ebene. Verwenden Sie für das Fluorescein-Monoanion und für das Esculin-Molekül den Sammelbegriff *Fluorophor-Teilchen*.

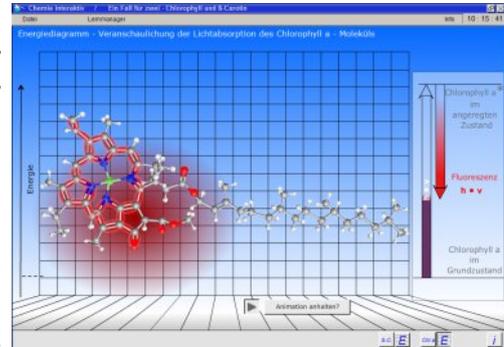


A2 Während die Fluorescein-Lösung auch bei Tageslicht farbig erscheint, ist die Esculin-Lösung bei Tageslicht farblos. Vergleichen Sie die Formeln der beiden Fluorophore und erläutern Sie die Ursache dieses Unterschieds.

Fluorescein und Esculin bei verschiedenen pH-Werten

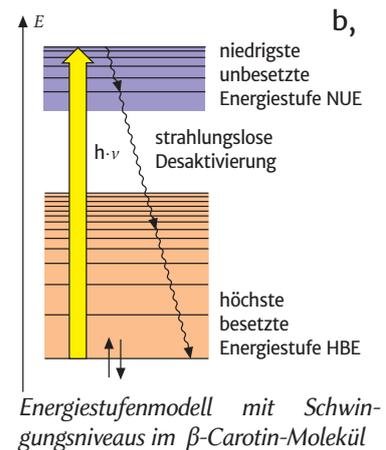
A3 Die pH-Abhängigkeit der Fluoreszenz in V1 und V2 beruht auf den Säure-Base-Eigenschaften der Fluorophor-Teilchen. Erläutern Sie mithilfe geeigneter Formeln und Reaktionsgleichungen die Strukturänderungen der beiden Fluorophor-Teilchen aus V1 und V2 bei der Zugabe von Natronlauge.

A4 Die Pflanzenfarbstoffe Chlorophyll a und Chlorophyll b erzeugen im Licht der violetten LED-Taschenlampe rote Fluoreszenz, β -Carotin fluoresziert dagegen nicht (vgl. Arbeitsblatt 1, A2).



a) Sie finden in *Text 4* (s. 44) und auf dem USB-Datenspeicher im Flash-Modul *Ein Fall für Zwei* Zusatzinformationen für die Erklärung dieses Sachverhalts. Erläutern Sie damit die Vorgänge auf der Teilchen-Ebene bei der Bestrahlung von Chlorophyllen und von β -Carotin mit violettem Licht.

b) In den Molekülen der Fluorophore Chlorophyll a, Chlorophyll Fluorescein und Esculin sind wegen der darin enthaltenen aromatischen Ringe die intramolekularen Schwingungen im Vergleich zu den Schwingungen im β -Carotin-Molekül stark eingeschränkt. Die Schwingungszustände (Schwingungsniveaus) werden im Energiestufenmodell durch schwarze Linien innerhalb einer elektronischen Energiestufe dargestellt. Bei Molekülen mit vielen intramolekularen Schwingungsfreiheiten hat der elektronische Grundzustand eine „breite“ höchste besetzte Energiestufe mit vielen Schwingungsniveaus. Übergänge zwischen Schwingungsniveaus einer Energiestufe verlaufen strahlungslos.



Beschreiben Sie die Desaktivierung des elektronisch angeregten β -Carotin-Moleküls, d.h. den Weg, auf dem es die Energie des absorbierten Photons „los wird.“ Begründen Sie, warum dabei keine Lichtemission durch Fluoreszenz erfolgt.

c) Die Moleküle der unter b) genannten Fluorophore haben ein strukturelles Merkmal, das im Molekül des β -Carotins fehlt. Finden Sie dieses Merkmal heraus und benennen Sie es.