

## Leuchtende "Gummibärchen" - Blau und grün im Sekundentakt

### V1 Fluoreszierende und phosphoreszierende "Gummibärchen"

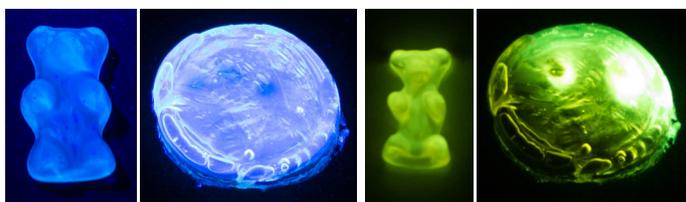
In ein kleines flaches Gefäß (z.B. Teelichtbehälter) wird etwa 1 cm hoch Stärkepulver gegeben. Darin wird der Abdruck eines Gummibärchens erzeugt. (Hinweis: Im Labor genutzte Lebensmittel sind nicht mehr für den Verzehr geeignet!)

Ca. 5 mg Esculin werden in ca. 5 mL Wasser gelöst. 1 g pulverförmige Gelatine (aus dem Supermarkt) wird in diese Lösung im Wasserbad bei ca. 55 °C eingerührt. Wenn sich die gesamte Gelatine gelöst hat, wird die entstandene Masse vorsichtig in die vorbereitete Form gegossen. Nach dem Abkühlen kann das "Gummibärchen" aus der Abdruckform entfernt werden. Im UV-Licht zeigt es eine helle, blaue Fluoreszenz. Lässt man das "Gummibärchen" über mehrere Tage trocknen und aushärten, zeigt es außer der blauen Fluoreszenz nach dem Ausschalten der UV-Taschenlampe auch eine grüne Phosphoreszenz.

### V2 Fluoreszierende und phosphoreszierende Plättchen

Ca. 5 mg Esculin werden in ca. 5 mL Wasser gelöst. Zu dieser Lösung wird 1 g pulverförmige Gelatine (aus dem Supermarkt) gegeben. Das Gemisch wird vorsichtig (zum Beispiel im Wasserbad, Trockenschrank oder Ofen) auf ca. 55 °C erhitzt.

Die entstehende Masse wird in einen Teelichtbehälter gegeben. Nach dem Abkühlen kann das gummiartige Plättchen aus dem Teelichtbehälter entfernt werden. Im UV-Licht zeigt es eine helle, blaue Fluoreszenz. Lässt man das Plättchen mehrere Tage trocknen (dies geht schneller, wenn man das Plättchen im Teelichtbehälter lässt und für 1 Tag bei 55 °C im Trockenschrank belässt), zeigt es außer der blauen Fluoreszenz nach dem Ausschalten der UV-Taschenlampe auch eine grüne Phosphoreszenz.



B1 Esculin in Gelatine fluoresziert blau und phosphoresziert grün (V1, V2).

### A1 (Sekundarstufe I)



Energie des Lichts nimmt ab  
Wellenlänge des Lichts nimmt zu

Markiere im Farbspektrum die Bereiche, in denen Esculin in Gelatine fluoresziert bzw. phosphoresziert (vgl. B1) und streiche bei den folgenden Aussagen den nicht zutreffenden Begriff:

Die Wellenlänge des Fluoreszenzlichts ist größer/kleiner als die des Phosphoreszenzlichts.

Die Energie des Fluoreszenzlichts ist größer/kleiner als die des Phosphoreszenzlichts.

**A2** (Sekundarstufe I, Sekundarstufe II)

Solange die Proben aus Esculin und Gelatine in V1 und V2 noch weich und gummiartig sind, phosphoreszieren sie nicht. Stelle eine Vermutung darüber auf, woran das liegen könnte und plane einen Versuch zur Überprüfung deiner Vermutung.

Vermutung:

.....

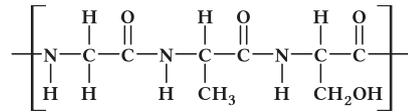
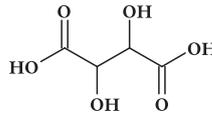
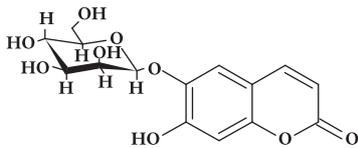
.....

Versuch zur Überprüfung:

.....

.....

**A3** (Sekundarstufe II)



**B2** Formeln eines Esculin-Moleküls, Weinsäure-Moleküls und eines Ausschnitts aus einem Eiweiß-Molekül in der Gelatine.

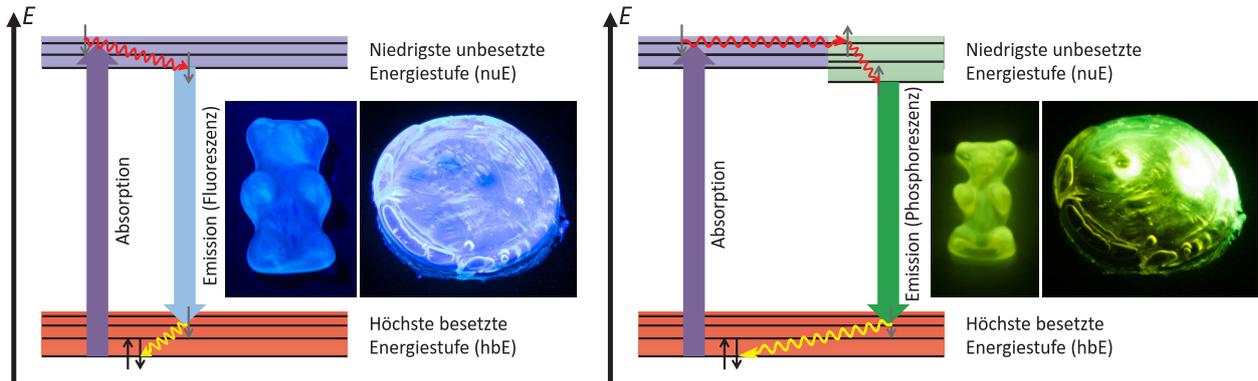
Esculin kann sowohl in einer Weinsäure- als auch in Gelatine-Matrix zur Phosphoreszenz gebracht werden. Dabei werden die Esculin-Moleküle zwischen den Molekülen der jeweiligen Matrix immobilisiert.

Nennen Sie die Art der zwischenmolekularen Wechselwirkungen zwischen den Esculin- und den jeweiligen Matrix-Molekülen:

.....

Übernehmen Sie die Formeln aus B2 und zeichnen Sie die entsprechenden Wechselwirkungen ein:

.....



**B3** Esculin in Gelatine fluoresziert blau und phosphoresziert grün. Die Pfeile in den Energiediagrammen zeigen die strahlungsaktiven Übergänge zwischen den elektronischen Energiestufen und die strahlungslosen Übergänge innerhalb einer Energiestufe.

**A4** (Sekundarstufe II)

Erkunden Sie die Animation zu den Energieschemata aus B3 unter <http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/lehre/photo-mol/>  
> "Fluoreszenz und Phosphoreszenz im Energiestufen-Modell (Animation)"  
und fügen Sie in die folgenden Aussagen jeweils die Begründung ein:

Die Wellenlänge der Fluoreszenzstrahlung ist größer als die der Strahlung, mit der angeregt wurde, weil

.....

Die Wellenlänge der Fluoreszenzstrahlung ist kleiner als die der Phosphoreszenzstrahlung, weil

.....

Weder die Fluoreszenz- noch die Phosphoreszenzstrahlung ist streng monochromatisch, weil

.....

**A5** (Sekundarstufe II)

Erläutern Sie die Beziehung zwischen der Farbe der Emissionsstrahlung und der jeweiligen Emissionskurve in B4.

.....

.....

.....

.....

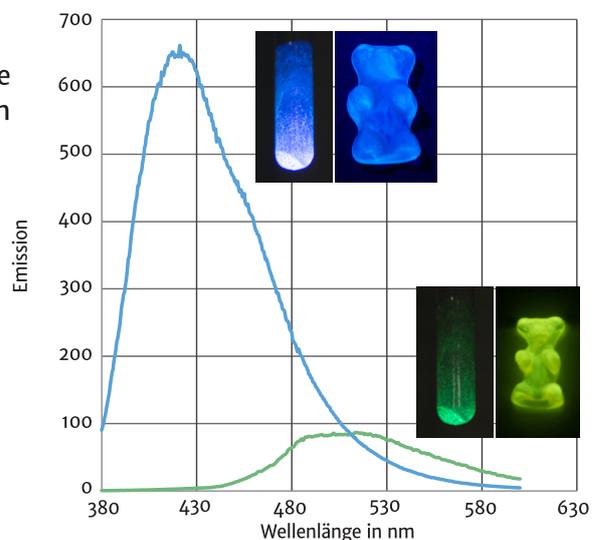
.....

.....

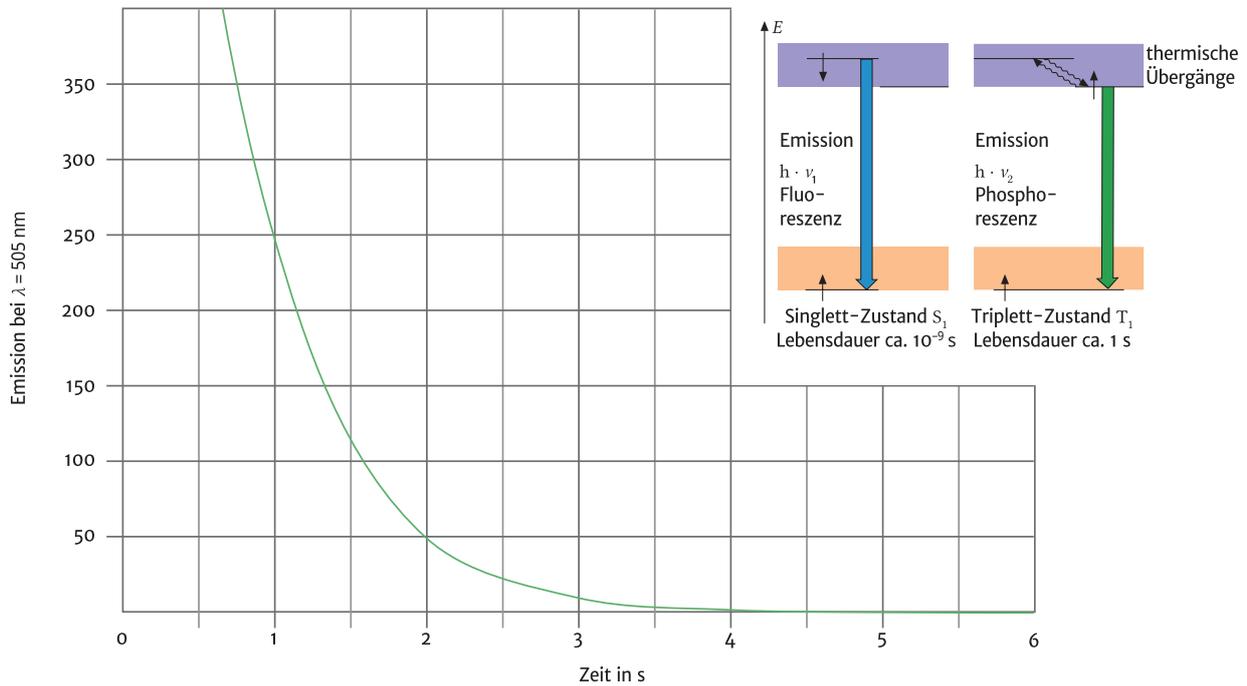
.....

.....

.....



**B4** Emissionsspektren von Esculin in Matrices aus Weinsäure und Gelatine. Die Höhe der Peaks ist proportional zur Anzahl der emittierten Photonen.



**B5** Die Phosphoreszenzstrahlung klingt innerhalb weniger Sekunden ab (vgl. auch Begleitheft zum Photo-Mol-Koffer S. 43)

**A6** (Sekundarstufe II)

Die Phosphoreszenz klingt bei Raumtemperatur innerhalb von 3 Sekunden ab (vgl. B5). Zeichnen Sie die zu erwartenden Abklingkurven der Phosphoreszenz bei  $0^\circ \text{C}$  bzw. bei  $40^\circ \text{C}$  ein und begründen Sie.

Four horizontal dashed lines for drawing the decay curves.

**A7** (Sekundarstufe II)

Für die Aufnahme des Fluoreszenzspektrums wird die Probe ständig mit der gleichen Wellenlänge (z.B.  $\lambda = 366 \text{ nm}$ ) angeregt und die Emission bei verschiedenen Wellenlängen (in B4 in der Abszisse dargestellt) registriert.

Für die Aufnahme des Phosphoreszenzspektrums wird die Probe jeweils mit der gleichen Wellenlänge (z.B.  $\lambda = 366 \text{ nm}$ ) angeregt, dann die Lampe ausgeschaltet und sofort die Emission bei verschiedenen Wellenlängen (in B3 in der Abszisse dargestellt) registriert.

Begründen Sie diese unterschiedliche Verfahrensweise bei der Aufnahme von Fluoreszenz- und Phosphoreszenzspektr.

Four horizontal dashed lines for writing the justification.