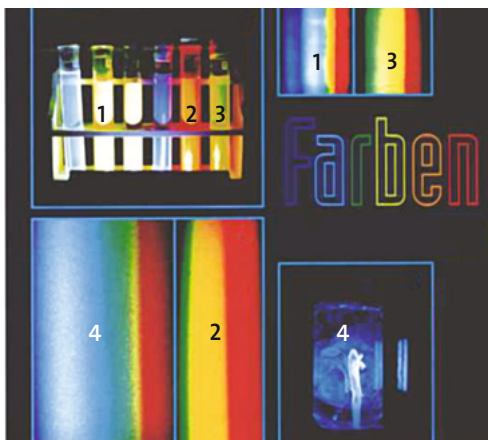




## Fluoreszenz und Phosphoreszenz



**B1** Fluoreszierende Proben und ihre Echtfarben-Emissionsspektren (V1)

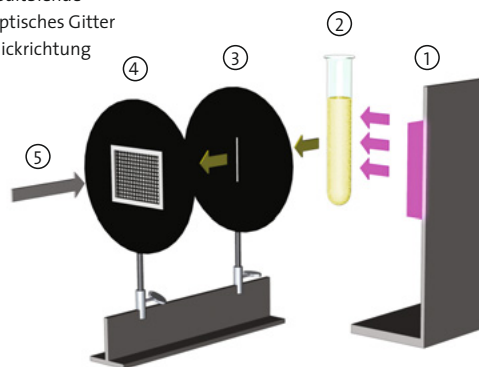
### Versuch

**V1** *Echtfarben-Emissionsspektren*: Bauen Sie mithilfe einer Spaltblende, eines Gitters und einer optischen Bank aus der Physiksammlung die in B2 dargestellte Vorrichtung auf. Bringen Sie in der angedeuteten Weise verschiedenfarbig leuchtende Fluoreszenzproben zum Leuchten und betrachten Sie die Spektren. Als Fluoreszenzproben eignen sich sehr gut die Lösungen **1**, **3** und **4** aus B1. Dabei handelt es sich um wässrige Lösungen von UV-Farbaufheller aus Vollwaschmitteln (**1**), Fluorescein-Natriumsalz\* (**3**) und Aesculin aus der Rinde eines Kastanienzweigs (**4**, vgl. V3, S. 168). Vergleichen Sie die von Ihnen gesehenen Spektren mit denen aus B1.

### Auswertung

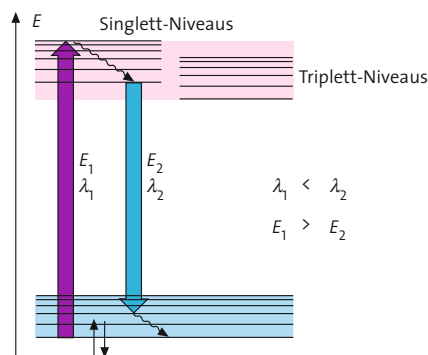
- Das Gitter in der Vorrichtung aus B2 übernimmt die Funktion des Prismas aus der Vorrichtung in B1, S. 166. Erläutern Sie, welche Funktion gemeint ist.
- Nennen Sie den Unterschied zwischen den Anordnungen der Lampe in der Vorrichtung aus B2 und im Photometer aus B4, S. 166. Begründen Sie, warum sich die Anordnungen unterscheiden müssen.
- Die Proben **1** und **4** erzeugen eine weiß-bläuliche Fluoreszenz, die Probe **3** eine orange-gelbliche. Nennen und erläutern Sie den Zusammenhang zwischen den Fluoreszenzfarben dieser Proben und den entsprechenden Echtfarben-Emissionsspektren aus B1.
- Prüfen Sie, ob der Zusammenhang, den Sie in c) festgestellt haben, auch für die Probe **2** aus B1 zutrifft.

- UV-Handlampe
- Lumineszenzprobe
- Spaltblende
- Optisches Gitter
- Blickrichtung



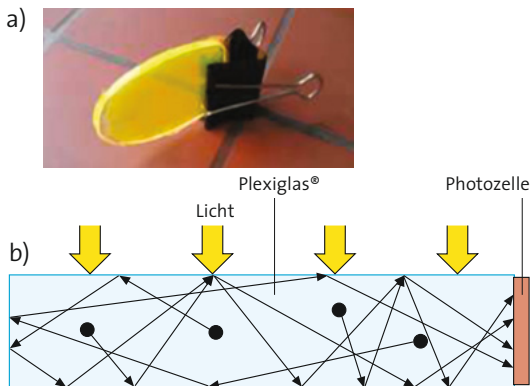
**B2** Vorrichtung zur Erzeugung und Sichtbarmachung von Echtfarben-Emissionsspektren (V1)

Die spektrale Zerlegung des Fluoreszenzlichts von molekularen Verbindungen liefert Spektren, die in der Regel mehrere Farben enthalten, die wie im Regenbogen ineinander übergehen. Die Spektren sehen aber dennoch anders aus als ein Regenbogen (B1, V1). Der Anteil der einzelnen Farben ist je nach Probe unterschiedlich und oft kommen nicht alle Regenbogenfarben vor. So liefert beispielsweise Fluorescein eine intensive und breite **Emissionsbande** im gelben Bereich und zwei schwächere Banden im roten und im grünen Bereich. Mithilfe des **Energienstufenmodells** und der Aufspaltung der elektronischen Energieniveaus in Schwingungsniveaus (vgl. S. 171) lässt sich erklären, warum bei der Fluoreszenz nach der Absorption von Lichtquanten aus dem UV-Bereich Lichtquanten aus dem sichtbaren Bereich emittiert werden (B3).



**B3** Elektronenübergänge bei der Anregung mit UV-Licht und anschließender Fluoreszenz. **A:** Erläutern Sie die Energiebilanz bei den dargestellten Übergängen.

## Fluoreszenz und Phosphoreszenz



**B4** Fluoreszenzkollektor aus Plexiglas® mit einem Farbstoff aus einem Textmarker (a); Funktionsprinzip eines Fluoreszenzkollektors (b)

### Versuche

**V1 Herstellung:** Fluoreszenzkollektoren aus Plexiglas® und Leuchtfarbstoffen aus Textmarkern können nach den Vorschriften zu V3 und V4, S. 130, hergestellt werden.

**V2 Wirksamkeit in Solarzellen:** Die Wirksamkeit eines Fluoreszenzkollektors kann mithilfe von herkömmlichen Solarzellen untersucht werden. Dazu wird eine Solarzelle so in Aluminiumfolie eingewickelt, dass nur ein schmaler Streifen freibleibt, auf den genau die Kante des Fluoreszenzkollektors passt (vgl. *Chemie 2000+ Online*).

### Auswertung

- Geben Sie an, welche Spektralfarben des Tageslichts bei der Anregung des Fluoreszenzfarbstoffs aus B4 a) *nicht* wirksam sind und begründen Sie.
- Erläutern Sie, woran man bei V2 erkennen könnte, dass der Fluoreszenzkollektor die Leistung der Solarzelle verbessert.

Bei einigen Alltagsgegenständen aus transparenten Materialien, beispielsweise bei bestimmten Klarsichthüllen, Geschenkartikeln und Spielwaren, leuchten die Kanten heller als die großen Flächen: Der Fluoreszenzkollektor-Effekt ist sichtbar. Ein **Fluoreszenzkollektor** ist in der Regel eine großflächige Platte aus transparentem Material, beispielsweise Plexiglas®, das geringe Mengen eines Fluoreszenzfarbstoffs enthält. Die Moleküle des Farbstoffs sind im polymeren Material fixiert. Sie

werden durch sichtbares Licht, das über die große Fläche in den Kollektor eindringt, zur Fluoreszenz angeregt. Die Quanten des emittierten Fluoreszenzlichts gelangen von innen an die glatten Flächen des Kollektors (B4). Dort unterliegen die meisten einer Totalreflexion, d. h. sie werden immer wieder in das Innere des Kollektors zurückgeworfen. Erst wenn die Fluoreszenzquanten auf eine Kante des Kollektors treffen, wo aus geometrischen Gründen keine Totalreflexion zustande kommt, treten sie aus dem Material heraus. Im Idealfall wird also die gesamte, in der Kollektorplatte erzeugte Fluoreszenzstrahlung auf eine kleine Fläche konzentriert. Als Ergebnis dieses Vorgangs leuchtet die Kante des Kollektors selbst bei diffusem Tageslicht in einer bestimmten Farbe sehr hell.

Dank dieser Eigenschaft wären Fluoreszenzkollektoren in unseren Breitengraden auch als Dachziegel interessant, da sie so eingesetzt der Bereitstellung von Solarstrom dienen könnten.

### Aufgaben

- Ein Elektronenübergang zwischen zwei Elektronenstufen dauert ca.  $10^{-15}$  s (1 Femtosekunde), die Übergänge zwischen den Schwingungsstufen innerhalb einer Elektronenstufe dauern ca.  $10^{-12}$  s (1 Pikosekunde). Die mittlere „Lebensdauer“ eines angeregten Systems beträgt im  $S_1$ -Zustand ca.  $10^{-9}$  s (1 Nanosekunde) und im  $T_1$ -Zustand 1 s bis 10 s. Die Geschwindigkeiten aller dieser Übergänge sind temperaturunabhängig. Erklären Sie, warum bei der Fluoreszenz das Leuchten der Probe beim Ausschalten der UV-Lampe sofort erlischt und bei der Phosphoreszenz das Leuchten innerhalb einiger Sekunden allmählich „abklingt“ (nicht plötzlich erlischt).
- Die Geschwindigkeiten der reversiblen Übergänge zwischen  $S_1$  und  $T_1$  sind ähnlich wie die Geschwindigkeiten von chemischen Reaktionen umso größer, je höher die Temperatur ist. Erklären Sie, warum kalte Proben länger phosphoreszieren als warme.
- Erläutern Sie die in B3 angegebenen Relationen zwischen den Wellenlängen  $\lambda$  und den Energien  $E$ . Begründen Sie, warum die emittierte Strahlung im Vergleich zur absorbierten stets nach größeren Wellenlängen verschoben ist (STOKES-Verschiebung).