

Workshop zum VSN Zentralkurs Chemie, MNG Rämibühl Zürich
9. Oktober 2012

Intelligente Folie auf der Basis molekularer Schalter

Kostengünstige Experimente mit hohem didaktischen Potenzial

Dr. Simone Krees, Bergische Universität Wuppertal
Email: krees@uni-wuppertal.de
Homepage: www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de

Herstellung der Spiropyran-Polystyrol-Folie (Angaben für 1 DIN A4 Folie):

Material:

hitzebeständige Kopierfolie
Gewebeklebeband
Unterlage
Spatel
Pipette
Becherglas/Plastikbecher
Glasstäbe
Schere
Laminierfolie
Laminiergerät

Chemikalien:

Toluol
Spiropyran
Styropor

Durchführung:

Man klebt eine hitzebeständige Kopierfolie mit Gewebeklebeband auf die Pappunterlage, so dass alle Kanten mit Gewebeklebeband geschlossen sind.

Dann stellt man in einem Plastikbecher eine Lösung aus 50 mg Spiropyran in 15 mL Toluol her. Darin löst man insgesamt 3,5-4 g Styropor in kleinen Stücken. Durch leichtes Klopfen auf die Tischoberfläche treibt man den größten Teil der Gasbläschen aus der Lösung.

Einen Teil der zähflüssigen Masse gießt man nun auf die mit Klebeband fixierte Kopierfolie. Man legt einen langen Glasstab quer über die Folie auf das Gewebeklebeband und zieht mit dem Glasstab die Masse über die gesamte Kopierfolie, so dass alle Bereiche mit der zähflüssigen Masse bedeckt sind.

Nun lässt man die Masse auf der Folie bei Raumtemperatur unter dem Abzug aushärten.

Anschließend entfernt man die Klebebänder und schneidet an allen Seiten die Kanten ab, so dass keine Klebereste mehr zu sehen sind.

Die SP-PS-Folie wird in eine Laminierfolie gelegt und das Foliensandwich im Laminiergerät eingeschweißt.

Unter www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de > Mitarbeiter > Krees > Arbeitsgebiete finden Sie eine bebilderte Anleitung für die Herstellung der Folie als pdf-Dokument.

Versuch 1: Experimente mit Spiropyran-Toluol-Lösungen und Diaprojektor

Material:

verschraubbare Reagenzgläser
Reagenzglasständer
Spatel
2 Bechergläser
Eiswasser
heißes Wasser
Thermometer
Alufolie
Diaprojektor
Glasfilter (rot, blau)

Chemikalien:

Spiropyran
Toluol

Durchführung:

a) Vorbereitung:

Lösen Sie ca. 30 mg Spiropyran in 5 mL Toluol und verteilen Sie die Lösung auf drei verschließbare Reagenzgläser.

Beobachtung:

b) Grundversuch:

Halten Sie ein Reagenzglas mit der farblosen bis schwachgelben Lösung fünf Sekunden lang in den Strahlengang eines Diaprojektors mit Halogenlampe (200 W). Beobachten Sie die Farbe der Lösung in der Projektion des Projektors. Stellen Sie die Lösung ins Halbdunkel (nicht direkter Lichteinstrahlung ausgesetzt) und beobachten Sie die Farbveränderungen innerhalb weniger Minuten. Wiederholen Sie die Arbeitszyklen.

Beobachtungen:

c) Einsatz von Lichtfiltern bei der Bestrahlung:

Bestrahlen Sie die Spiropyran-Lösung aus dem Grundversuch mit verschiedenen Lichtfiltern (z.B. rot und blau) und stellen Sie fest, bei welchen Farben sich die Lösung verfärbt bzw. entfärbt.

Beobachtungen:

d) Einfluss der Temperatur:

Kühlen Sie eine Spiropyran-Lösung in einem Eis-Wasser-Bad auf ca. 0° C und erwärmen Sie eine Spiropyran-Lösung in heißem Wasser. Bestrahlen Sie die temperierten Lösungen parallel 5 s lang mit dem weißen Licht des Diaprojektors. Stellen Sie die Lösungen sofort ins Dunkel (die gekühlte Probe im Eis-Wasser, die warme Probe ins heiße Wasser) und vergleichen Sie nach 20 s, 40 s usw. die Farbe der Lösungen.

Beobachtungen:

	Probe bei ca. 0° C	Probe bei ca. 20° C	Probe bei ca. 60° C
Farbe nach 5s Bestrahlung mit weißem Licht			
Dauer bis zur Entfärbung			

Versuch 2: Experimente mit der SP-PS-Folie und Taschenlampen

Material:

UV-LED-Taschenlampe
weiße LED-Taschenlampe
zwei Bechergläser (250 mL/400 mL)
Eiswasser
heißes Wasser

Chemikalien:

Spiropyran-Polystyrol-Folie

Durchführung:

a) Vorbereitung:

Siehe Herstellung der Spiropyran-Polystyrol-Folie.

b) Grundversuch:

Bestrahlen Sie die farblose Folie mit dem Licht einer UV-LED-Taschenlampe (3 Watt, 395-400 nm) bestrahlt. Halten Sie die Folie danach im Dunkeln und beobachten Sie die Farbänderungen mit der Zeit.

Beobachtungen:

c) Einfluss der Temperatur:

Bestrahlen Sie zwei weitere farblose Folien im Sonnenlicht oder schreiben Sie „Informationen“ mit der UV-LED-Taschenlampe auf die Folien. Tauchen Sie eine Folie in heißes Wasser, eine andere Folie in Eis-Wasser ein. Die Bechergläser sollen dabei möglichst im Halbdunkel (nicht direkter Lichteinstrahlung ausgesetzt) stehen. Verfolgen Sie auch hier die Farbänderungen mit der Zeit.

Beobachtungen:

	Probe bei ca. 0° C	Probe bei ca. 20° C	Probe bei ca. 60° C
Farbe nach 5s Bestrahlung mit weißem Licht			
Dauer bis zur Entfärbung			

d) Einfluss der Wellenlänge des eingestrahltten Lichts:

Beleuchten Sie eine farblose Folie mit dem Licht der weißen LED-Taschenlampe. Bestrahlen Sie anschließend eine Fläche von 5 cm x 5 cm intensiv mit der UV-LED-Taschenlampe. Setzen Sie die weiße LED-Taschenlampe dann für ca. 5-10 Sekunden auf die zuvor eingefärbte Fläche.

Beobachtungen:

Auswertungsfragen:

- Ordnen Sie die beobachteten Färbungen der Lösung bzw. Folie im Grundversuch vor und nach der Lichtbestrahlung den beiden Isomeren des Spiropyran-Farbstoffes (siehe Abb. 1) zu und notieren Sie die Farben in dem von Ihnen untersuchten Experiment.

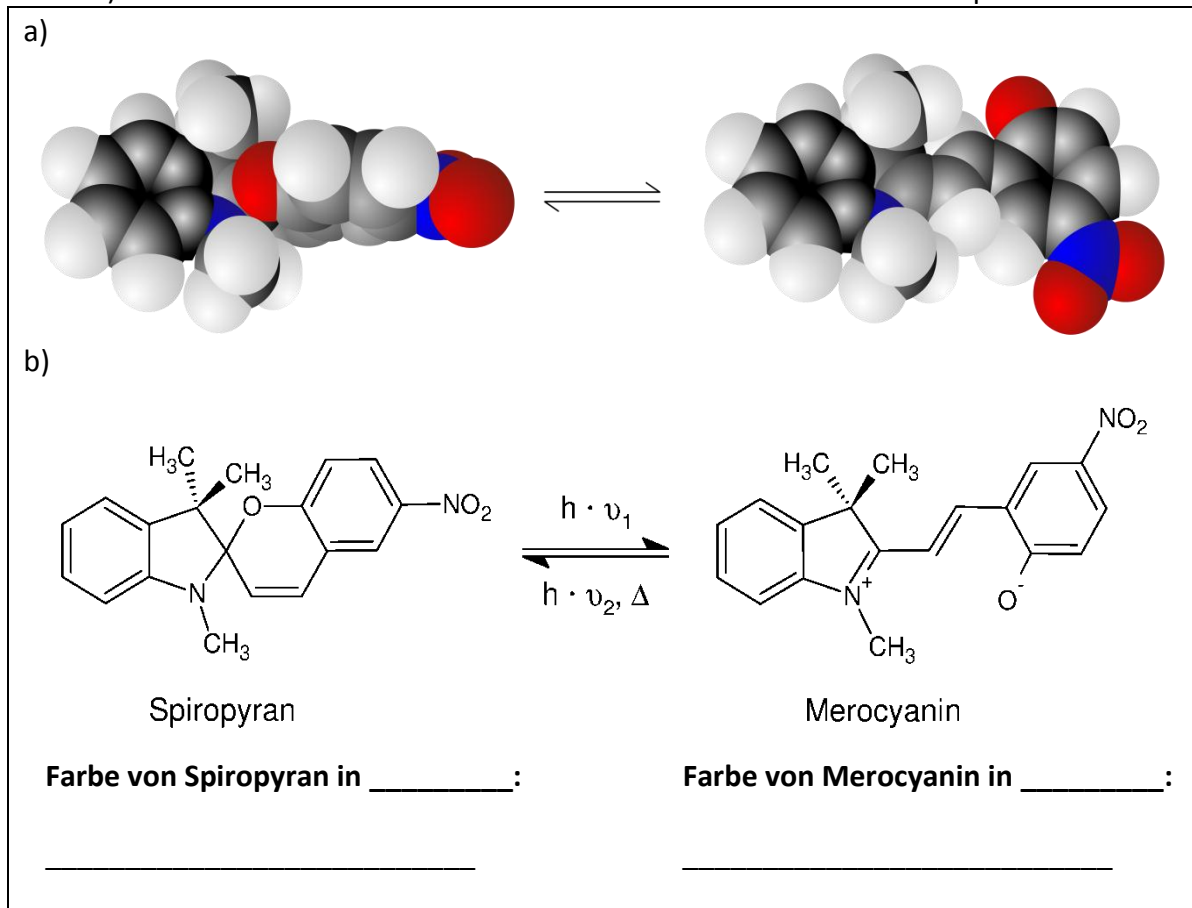


Abb. 1: Gleichgewicht von Spiropyran und Merocyanin a) im Kalottenmodell und b) in Struktursymbolen

- Erläutern Sie, wodurch sich die Strukturen von Merocyanin und Spiropyran unterscheiden. Überprüfen Sie mithilfe des Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell (oder des Orbital-Modells), welches der Moleküle planar ist. Identifizieren Sie gegebenenfalls die Atome, an denen die Substituenten nicht in einer Ebene liegen. Begründen Sie, warum das der Fall ist.

Anmerkung: Nutzen Sie zur Veranschaulichung auch die Einheit zu den Molekülmodelle in der Flash-Animation.

3. Geben Sie die Summenformeln von Spiropyran und Merocyanin an. Benennen Sie die Beziehung zwischen den Molekülen Spiropyran und Merocyanin?

4. In dem Energiediagramm in Abb. 2 sind die Reaktionswege für die photochemische Reaktion und die thermische Reaktion zwischen Spiropyran und Merocyanin dargestellt.

Ordnen Sie in der Tabelle zu, welche Reaktionswege bei den verschiedenen Versuchsschritten ablaufen.

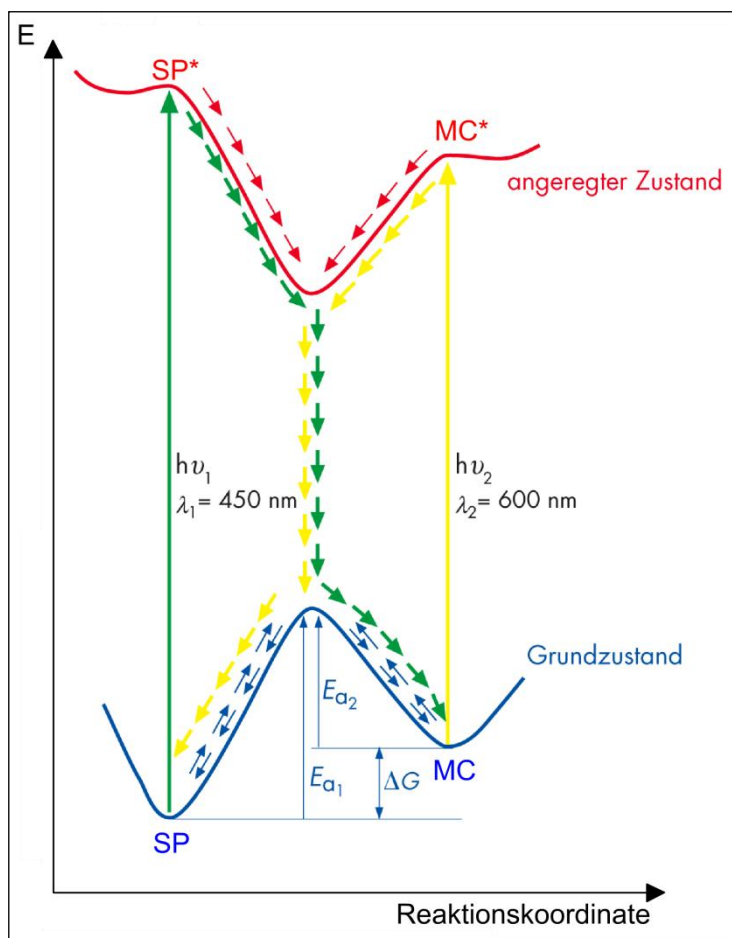


Abb. 2: Energiediagramm zu dem System von Spiropyran und Merocyanin in Toluol

Versuchsschritt	Reaktionsweg(e) der photochemischen Reaktion	Reaktionsweg(e) der thermischen Reaktion

5. Thermische Reaktionen haben eine positive Aktivierungsenergie, ihre Geschwindigkeit steigt mit der Temperatur. Gilt dies auch für photochemische Reaktionen? Begründen Sie Ihre Antwort mithilfe der Ergebnisse aus Ihren Versuchen.

6. Vergleichen Sie das photochrome und thermochrome Verhalten von Spiropyran in Toluol und in der Polystyrol-Matrix.

7. Zeigen Sie zu den Teilversuchen auf, welche Anforderung an optische Datenspeicher mit dem Versuch gezeigt werden können bzw. wo die Grenzen der Verwendbarkeit als optischer Datenspeicher erreicht werden.

Kontext „Optischer Datenspeicher“	Experiment
Schreiben in binärer Codierung	
Langzeitstabilität der gespeicherten Daten	
Löschen einzelner Daten	
Überschreiben einzelner Daten	
Formatieren des gesamten Datenspeichers	

8. Bewerten Sie die Verwendbarkeit des molekularen Schalters Spiropyran in der Polystyrol-Matrix als optischen Datenspeicher und begründen Sie Ihre Bewertung.