

Peroxidatische Indigocarmin-Schnellentfärbung mit OH⁻-Ionen als Katalysator

Kurze Mitteilung

Von

A. Krause, mitbearbeitet von **J. Sławek** und **W. Radecka**
Aus dem Institut für Anorganische Chemie der Universität Poznań

(Eingegangen am 11. Februar 1966)

Beim Versetzen einer Lösung von Indigocarmin und H₂O₂ mit NaOH kann bei entsprechenden Konzentrationen der Farbstoff augenblicklich entfärbt werden. Gleiches geschieht, wenn man statt der Lauge beispielsweise Trimethylamin hinzufügt. Die laufende Entfärbung weiterer Farbstoffportionen in ein und demselben Reaktionsgemisch geht dabei so schnell vonstatten, daß man nicht rechtzeitig genug die nachfolgenden Farbstoffzuschläge einführen kann. Man benutzt für diese Versuche zweckmäßig 50 cm³ H₂O₂ (0,6proz.) + 10 cm³ Indigocarminlösung (= 3,3 mg Farbstoff) + 2 cm³ *n*-NaOH, wobei man bei Raumtemperatur (18°) arbeiten kann. Auch wenn man die genannte Indigocarmin/H₂O₂-Mischlösung von 18° mit 1 cm³ Trimethylamin (— 3°) beschickt, erfolgt augenblickliche Entfärbung, obschon die Temperatur des Reaktionsgemisches nur 13° beträgt. In derartigen Lösungen läßt sich beliebig oft die Entfärbung wiederholen, so daß gerade diese Versuche sich auch als Schauversuche gut eignen und man bei dieser Gelegenheit eine ganz einfache Reaktionskette entwickeln kann. Man kann sich das Zustandekommen der Katalyse in der Weise erklären, daß H₂O₂ eine sehr schwache Säure und das OH⁻-Ion der eigentliche Katalysator ist, während das dabei entstehende, instabile HOO⁻-Anion, welches leicht ein O-Atom abgibt, die Oxidation des Indigocarmins besorgt: $\text{HOOH} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HOO}^-$; $\text{HOO}^- + \text{Indigocarmin} \longrightarrow \text{Isatinsulfonsäure} + \text{OH}^-$ usw.

Des weiteren wurde die unterste Grenze der OH⁻-Konzentration ermittelt, bei welcher die oxidative Entfärbung des Indigocarmins gerade noch ausgelöst wird. Es zeigte sich, daß diese Grenze bei 0,00012 *n*-NaOH liegt, so daß also 0,12 mg OH⁻-Ionen in 60 cm³ Reaktionslösung die 3,3 mg

Farbstoff bei 37° in 1390 Min. umsetzen, was zweifellos auf den katalytischen Charakter der vorliegenden Reaktion hindeutet. Bei Verwendung von KOH oder LiOH statt NaOH waren keine Unterschiede zu verzeichnen. Wenn die Konzentration der Alkalihydroxide auf 0,00010 *n* sinkt, unterscheiden sich die betr. Proben mit einer Entfärbungsdauer von 1560 Min. nicht mehr von der Blindprobe, die mit H₂O₂ + Indigocarmin allein ohne NaOH angesetzt wurde und zu ihrer Entfärbung ebenfalls 1560 Min. bei 37° brauchte.

Um allen Zweifeln aus dem Weg zu gehen und um weiteres Beweismaterial für die OH⁻-Ionen-Katalyse zu erbringen, wurde noch einmal die laufende Entfärbung, jedoch diesmal unter genau meßbaren Verhältnissen verfolgt. Die Versuche sind, ähnlich wie zuvor, mit 50 cm³ H₂O₂ (0,6proz.) + 10 cm³ Indigocarminlösung (= 3,3 mg Farbstoff) + 1 cm³ 0,1 *n*-NaOH (= 1,7 mg OH⁻) bei 37° anzusetzen. Das einmal gründlich umgeschwenkte Reaktionsgemisch verbleibt bis zum Abschluß der Messungen ohne weitere Konvektion im Wasserthermostaten bei 37°. Für die zweite, dritte und die weiteren Entfärbungen empfiehlt es sich, jedesmal nur 1 cm³ einer zehnfach stärkeren Indigocarminlösung (statt der ursprünglichen 10 cm³) zu benutzen, um eine unnötige Verdünnung des Reaktionsgemisches zu vermeiden. Wie aus Tab. 1 ersichtlich, kann man sehr oft die Indigocarmin-

Tabelle 1. Oftmalige peroxidatische Indigocarminentfärbung bei 37° an OH⁻-Ionen als Katalysator mit 50 cm³ H₂O₂ (0,6proz.) + 10 cm³ Indigocarminlösung (= 3,3 mg Farbstoff) + 1 cm³ 0,1 *n*-NaOH

Angegeben ist die Entfärbungszeit in Min., wobei die laufenden Entfärbungen mit I, II usw. numeriert sind

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Blindprobe
5	8	15	60	140	245	285	315	460	710	1560

entfärbung wiederholen, so daß man mit Sicherheit von einer katalytischen Reaktion sprechen darf. Wenn die Entfärbungszeiten der wiederholten Farbstoffzuschläge sich schrittweise doch verlängern, so liegt darin kaum etwas Widersprechendes, da einmal das Reaktionsgemisch an H₂O₂ zunehmend verarmt, andererseits die im Laufe der Zeit sich anhäufenden Oxydationsprodukte des Indigocarmins dessen oftmalige Entfärbung allmählich verlangsamten müssen¹.

¹ Vgl. auch A. Krause und P. Meteniewski, Z. Naturforsch., im Druck.