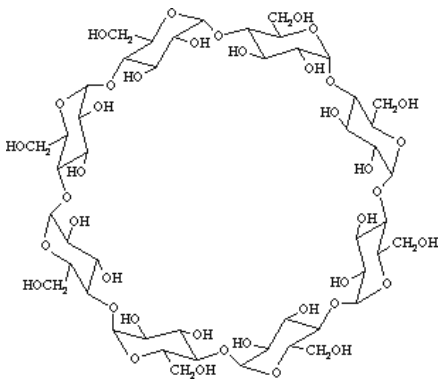
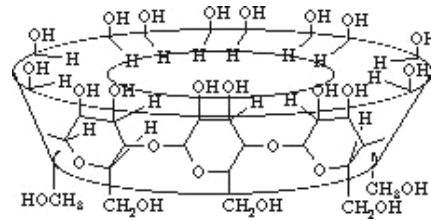


Cyclodextrine



β -Cyclodextrin-Molekül (Aufsicht)



β -Cyclodextrin-Molekül (Seitenansicht)

Cyclodextrine sind aus Glucosemolekülen aufgebaute, ringförmige Oligosaccharide (Mehrfachzuckermoleküle). Sie bilden eine dreidimensionale Struktur, die man als „hohler Kegelstumpf ohne Deckel und Boden“ beschreiben könnte. Cyclodextrine besitzen die Fähigkeit Stoffe zu binden – man spricht von so genannten „Wirt-Gast-Komplexen“. In Komplexen dieser Art kommt es zwischen dem Cyclodextrin-Wirt Molekül und dem Gast-Molekül zu intermolekularen Wechselwirkungen.

Cyclodextrine werden in zahlreichen Produkten wie Kosmetika, Pharmazeutika, Lebensmittelverpackungen, Textilgeweben, usw. eingesetzt, um Eigenschaften wie Haltbarkeit, Lagerfähigkeit, Aufnahme und kontrollierte Abgabe von Wirk- und / oder Geruchsstoffen zu optimieren.

Versuch 1

Wirt-Gast-Komplex von β -Cyclodextrin mit Indikator (Phenolphthalein)

Benötigte Materialien

- 3 Bechergläser (50 ml)
- Kaffeelöffel
- Indikatorpapier
- Graduierte Einweg-Plastik-Pasteurpipetten (5 ml)
- Filterpapier

Benötigte Chemikalien

- β -Cyclodextrin
Bezugsquelle Schweiz: Fluka <http://www.sigma-aldrich.com>; Fluka Art. Nr. 28707 25 g kosten SFr. 53.40. Die Chemikalie kann leider nicht direkt bei Fluka bestellt werden, sondern muss über einen Zwischenhändler bezogen werden (z.B. bei Grogg Chemie AG; Tel. 031 932 11 66; <http://main.webfactional.com/drgrogg/>).
- Phenolphthaleinlösung (man löst eine Spatelspitze Phenolphthalein in 100 ml Brennsprit)
- Natronlauge (NaOH) 4% ig
- dest. Wasser
- Textilerfrischer (z.B. Febreze)

Durchführung

In ein erstes Becherglas gibt man ca. 20 ml dest. Wasser und suspendiert darin einen halben Kaffeelöffel β -Cyclodextrin.

In einem anderen Becherglas werden ca. 20 ml Natronlauge mit 10 Tropfen Phenolphthaleinlösung versetzt, es entsteht eine magentafarbene Lösung (NaOH-Phenolphthaleinlösung).

Nun tropft man die magentafarbene NaOH-Phenolphthaleinlösung zu der β -Cyclodextrinlösung, bis eine bleibende Rosafärbung eintritt. Man testet den pH-Wert dieser Lösung mit Indikatorpapier. Zum Vergleich versetzt man ca. 20 ml dest. Wasser mit dem gleichen Volumen NaOH-Phenolphthaleinlösung und testet ebenfalls den pH-Wert der Lösung.

Mittels Phenolphthaleinentfärbung können Textilerfrischer einfach auf die Anwesenheit von β -Cyclodextrinen getestet werden. Man sprüht dazu ein Filterpapier mehrmals mit dem Textilerfrischer ein und beträufelt dieses dann mit NaOH-Phenolphthaleinlösung.

Ergebnis

Bei Zugabe der NaOH-Phenolphthaleinlösung zur β -Cyclodextrinlösung verschwindet die Magentafarbe des Indikators sofort. Erst nach etwa 10 ml NaOH-Phenolphthalein Zugabe ist eine schwache bleibende Rosafärbung zu beobachten. Im Gegensatz dazu lässt sich bei Zugabe von NaOH-Phenolphthalein zu Wasser keine Farbänderung beobachten. Die pH-Werte bleiben bei beiden Versuchen konstant.

Erklärung

Bei der Zugabe der magentafarbenen NaOH-Phenolphthaleinlösung zur β -Cyclodextrinlösung bildet sich ein Wirt-Gast-Komplex. Darin wird das Gastmolekül Phenolphthalein im Hohlraum des β -Cyclodextrinmoleküls über Wasserstoffbrückenbindungen komplexiert.

Die Farbänderung des Phenolphthaleinmoleküls basiert übrigens nicht auf Deprotonierung des Indikators, da die pH-Verhältnisse bei Zugabe von Phenolphthalein zu β -Cyclodextrin ja nicht ändern. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Farbverlust durch eine „Verdrillung“ des Phenolphthaleinmoleküls zustande kommt (dadurch wird die Stellung der drei Benzolringe verändert. Dies führt zu einer Delokalisation des konjugierten π -Elektronensystems verbunden mit der Entfärbung).

Versuch 2

Maskierung von Zigarettenrauch**Benötigte Materialien**

- Papiernastücher
- Schere
- Becherglas (50 ml)
- Föhn
- 2 Glasrohre
- Schlauchstücke
- Doppelt durchbohrter Stopfen
- Erlenmeyerkolben (500 ml)
- Einwegspritze 50 ml (alternativ Kolbenprober)
- Lange Pinzette
- Kugelschreiber

Benötigte Chemikalien

- β -Cyclodextrin (Bezugsquelle siehe Versuch 1)
- dest. Wasser
- Zigarette (ohne Filter)
- Textilerfrischer (z.B. Febreze)

Durchführung

Eine Hälfte eines Papiernastüches wird in einer wässrigen β -Cyclodextrinlösung (ein Kaffeelöffel in ca. 25 ml dest. Wasser suspendiert), die zweite Hälfte wird mit einem Textilerfrischer (z.B. Febreze) eingesprüht. Eine dritte Papiernastuchhälfte wird nur mit Wasser befeuchtet. Alle drei Hälften werden mit dem Föhn angetrocknet (sie sollten nicht vollständig trocken sein). Die drei Proben werden in den Erlenmeyerkolben gelegt, die Apparatur wird gemäss Abbildung auf der nächsten Seite verschlossen.

Nun wird die Zigarette angezündet und in der Halterung fixiert. Mit der Einwegspritze (oder dem Kolbenprober) werden drei bis vier kräftige Züge Zigarettenrauch in den Erlenmeyerkolben gezogen. Die Tücher werden ca. 2 Minuten im Rauch belassen. Mit der Pinzette entnimmt man die Tücher und lässt sie an der Luft trocknen. Von Zeit zu Zeit überprüft man die Geruchsentwicklung.



Abbildung: Versuchsanordnung „Maskierung von Zigarettenrauch“

Ergebnis und Erklärung

Die Unterschiede in der Geruchsintensität scheinen nach der Entnahme aus der „Rauchkammer“ nicht so gross. Lässt man die drei Proben dann aber trocknen, kann man nach einigen Minuten feststellen, dass die unbehandelte Hälfte des Papiernastuches am intensivsten nach Rauch riecht. Am „neutralsten“ riecht die mit Textilerfrischer behandelte Papiernastuchhälfte.

Die geruchsintensivsten Bestandteile des Zigarettenrauchs werden durch Bildung von Wirt-Gast-Komplexen eingeschlossen. Zudem überdeckt die Parfümierung des Textilerfrischers den verbleibenden Rauchgeruch.

Die Filter einiger Zigarettenmarken enthalten im Übrigen ebenfalls Cyclodextrinmoleküle. Diese lassen sich mit der in Versuch 1 beschriebenen Methode nachweisen.

Einige Anwendungen von Cyclodextrinen



Nikorette Micro-Tabletten (zur Raucherentwöhnung):
Cyclodextrine binden Nikotinmoleküle und sorgen für eine optimale Kinetik (Freisetzung) des Wirkstoffes. Dieser wird verzögert freigesetzt.



Nachtcreme mit Q10:

Q10 (Coenzym Ubichinon) ist eine fettlösliche Substanz. Sie ist an Luft instabil und sehr schlecht wasserlöslich. Eine Formulierung mit β -Cyclodextrin ist luft- und lichtstabil und erhöht die Löslichkeit in Wasser sowie die Bioverfügbarkeit.

β -Cyclodextrin darf auch als Zusatzstoff in Lebensmitteln verwendet werden (E 459).

Lebensmittel lassen sich so gegenüber Sauerstoff- und Lichteinwirkung sowie thermische Zersetzung und Verluste durch Flüchtigkeit von Komponenten schützen. So werden Cyclodextrine z.B. in Kaugummis verwendet, um ihren Geschmack beim Kauen länger zu erhalten oder in Tierfutter, um die oxidative Zerstörung von Vitaminen zu verzögern.

Cyclodextrine werden auch zu Nanoprodukten weiterverarbeitet. Man koppelt mehrere Cyclodextrinmoleküle aneinander, es bildet sich eine geordnete, dreidimensionale Struktur ein so genannter Nanosponge.

Quellen (Versuche 1 und 2):

Krees, S.; Tausch, M. (2007). Moleküle zu Gast beim Zuckerwirt. PdN-ChiS 8/56. S.33 – 38.

Ein Reader mit Hintergrundinformationen zum Thema kann unter folgender Adresse als pdf heruntergeladen werden: www.uni-giessen.de/~ge1016/skripte/cyclodex.pdf

Eine Animation zum Wirt-Gast-Komplex von β -Cyclodextrin mit Phenolphthalein (Versuch 1) findet sich unter: <http://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm>