

Blue-Bottle-Versuch, automatisiert

Ihr führt heute den einen Versuch durch, der von den Chemikern als *Blue Bottle* bezeichnet wird. Der Blue-Bottle-Versuch ist ein Modellexperiment zur Veranschaulichung eines Redoxsystems.

Ein blauer Farbstoff (Methylenblau) wird durch ein Reduktionsmittel (Glucose) zu einer farblos Verbindung reduziert, durch Sauerstoff in der Luft erfolgt die Rückoxidation zum blauen Farbstoff.

Bei der Versuchsdurchführung werdet Ihr in drei Gruppen eingeteilt. Jeweils drei Gruppen bilden ein Team. Bevor Ihr mit dem Experimentieren beginnen könnt, müsst Ihr Euch alle das Kapitel über Gefahren durchlesen.

Gruppe 1

Diese Gruppe stellt die Lösung für den Blue-Bottle-Versuch her und beschäftigt sich mit der Theorie zu diesem Versuch.

Gruppe 2

Bei dieser Schülerübung wird der Versuch mit Messwerterfassung kombiniert, die Farbe der Lösung wird über ein Eintauchphotometer erfasst. Ihr untersucht zunächst, wie ein Photometer funktioniert und stellt dann die Messbedingungen für den Versuch ein.

Gruppe 3

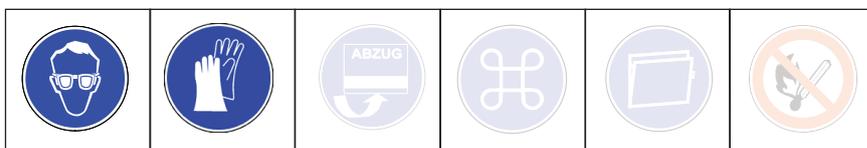
In dieser Gruppe wird zuerst am Beispiel der Temperaturmessung das Grundprinzip von Regeln und Steuern gelernt. Dann überträgt Ihr das Prinzip auf den Blue-Bottle Versuch

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Natriumhydroxid verursacht schwere Verätzungen der Haut und der Augen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Methylenblaulösung nach Löffler ist leicht entzündbar (enthält Ethanol).



Schutzbrille und beim Ansetzen der Lösung Handschuhe tragen.

Blue-Bottle-Versuch, automatisiert

Gruppe 1

Eure Gruppe stellt die Lösung für den Blue-Bottle-Versuch her und beschäftigt sich mit dem Chemismus.

Chemikalien

Natriumhydroxid  H314 H290, P280 P301+P330+P331 P305+P351+P338
Methylenblaulösung nach Löffler  H226
Glucose

Materialien

Erlenmeyerkolben, 500 ml enghals
Gummistopfen, passend zum Erlenmeyerkolben
Waage
Alufolie als Wägeunterlage
Messzylinder, 500 ml
Plastiktropfpipette, 3 ml
Spatel, mehrere Stück
Woulfscche Flasche

Herstellung der Lösung

- » 300 ml Wasser, dest.
- » 4 g Natriumhydroxid
- » 4 ml Methylenblaulösung nach Löffler
- » 30 g Glucose

Das Wasser in den Erlenmeyerkolben füllen. Die Substanzen abwiegen und in Wasser lösen. Die fertige Lösung ist blau.

Blue-Bottle-Versuch

Den Erlenmeyerkolben mit der Blue-Bottle-Lösung mit dem Gummistopfen verschließen und einige Minuten warten, bis die Lösung farblos wird. Durch Schütteln wird die Lösung wieder blau.

Aufgabe

Beschäftigt Euch mit dem theoretischen Hintergrund des Blue-Bottle-Versuchs. Wie kann man, ohne die komplizierte Molekülstruktur von Methylenblau zu kennen, das Redoxsystem erklären.

Weiterer Versuchsverlauf

Der Versuch wird automatisiert. Das Schütteln wird durch eine Luftpumpe ersetzt, die immer dann automatisch angeschaltet wird, wenn die Lösung farblos wird.

Dazu wird die Lösung in die Woulfscche Flasche eingefüllt.

Blue-Bottle-Versuch, automatisiert

Gruppe 2

Eure Gruppe beschäftigt sich mit dem Eintauchphotometer. Zuerst sollt ihr verstehen, wie ein Photometer arbeitet und wie man es für den Versuch nutzen kann.

Chemikalien

- Lösung mit blauer Lebensmittelfarbe oder blauer Tinte
- Lösung mit roter Lebensmittelfarbe oder rote Tinte

Materialien

- Computer mit CASSY-Lab 2
- Pocket-CASSY oder gleichwertiger Wandler der CASSY-Familie, USB-Kabel
- Eintauchphotometer S 524 069
- Becherglas, 100 ml, 2 Stück

Einstellungen CASSY Lab 2

Transmission TA1	Bereich:	612 nm
Messbedingungen	Aufnahme:	automatisch
	Messzeit	kein Eintrag (Messzeit unbestimmt)
	Intervall	1 s
Standart/Kurve	Linien	

Aufgabe: Funktionsweise des Eintauchphotometers

Die Messgröße, die wir für das Eintauchphotometer verwenden ist die Transmission.

Der Begriff *Transmission* leitet sich vom lateinischen „trans“ (hindurch) und „mittere“ (schicken) ab. Sie ist also ein Maß bzw. eine Messgröße für die Durchlässigkeit eines Mediums.

Zum Messprinzip wird in der Bedienungsanleitung zum Eintauchphotometer folgender Text abgedruckt:

Die nach Eintauchen des Photometers im Innern stehende Flüssigkeitssäule ($\varnothing = 10 \text{ mm}$) wird vom Licht einer Leuchtdiode (LED) durchstrahlt. Die LED und damit die Wellenlänge des Lichtes wird je nach Messung manuell oder automatisch ausgewählt. Die Intensität des transmittierten Lichts wird mit Photoelementen auf der gegenüberliegenden Seite gemessen und als Transmission in % oder Extinktion ($E = -\log T$) angezeigt. (Lit. 1)

Überzeuge dich, dass du über das CASSY-Menü unterschiedliche LEDs anschalten kannst. Betrachte dazu das Photometer außerhalb einer Lösung von unten.

Stelle nun das Photometer auf 612 nm ein. Welche Farbe hat die LED? Tauche dann das Photometer in Wasser und stelle auf 100%. Jetzt wird das Photometer in die blaue bzw. rote Lösung gehalten. Wie verändert sich die Transmission?

Ergänze nun den Lückentext auf der nächsten Seite:

Blue-Bottle-Versuch, automatisiert

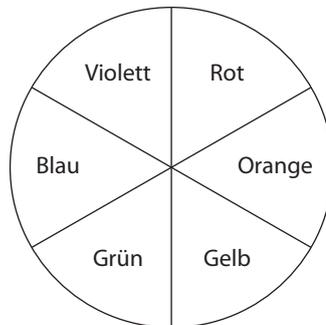
Farbe der LED mit 612 nm:

Transmission in blauer Lösung: (gleich oder deutlich geringer)

Transmission in roter Lösung: (gleich oder deutlich geringer)

Wähle die blaue LED aus, stelle in Wasser zunächst die Transmission wieder auf 100% ein und überprüfe die Transmission in der blauen Lösung.

Erkläre Deine Beobachtungen mit dem Farbkreis. Die einander gegenüberliegenden Farben nennt man die Komplementärfarben.



Ergänze nun folgenden Lückentext:

Zu blau ist die Komplementärfarbe.

Eine blaue Lösung lässt Licht hindurch, die Komplementärfarbe wird

Überlege Dir jetzt auch, warum eine Farbstoff blau ist, wenn er von weißem Licht bestrahlt wird.

Ein blauer Farbstoff ist blau, da er alle anderen Farben (Wellenlängen) und nur Licht abstrahlt (reflektiert)

Weiterer Versuchsverlauf

Der gemeinsame Versuch wird mit dem Computer der Gruppe 3 aufgebaut. Stellt dort das Photometer auf 612 nm ein und stellt die Transmission auf 100 %, wenn sich die Lösung das erste mal entfärbt hat.

Blue-Bottle-Versuch, automatisiert

Gruppe 3

Eure Gruppe beschäftigt sich mit der automatischen Steuerung des Blue-Bottle-Versuchs. Die blaue Lösung wird, wenn sie in Ruhe steht, von allein farblos. Dann soll die Luftpumpe anspringen und Luft in die Lösung blasen, damit die Lösung wieder blau wird.

Ihr werdet Euch zunächst mit dem Prinzip des Zweipunktreglers auseinandersetzen. Da das Eintauchphotometer sehr teuer ist, und nicht so oft in der Sammlung zur Verfügung steht, werdet Ihr die Regelung am Beispiel der Temperatur kennenlernen.

Materialien

- Computer mit CASSY-Lab 2
- Sensor-CASSY 2, USB-Kabel, Netzgerät
- NiCr-Ni-Adapter S
- Temperaturfühler Typ K
- CPS - Steuerbare Belüftungspumpe 666 482 mit passendem PVC- Schlauch, klar
- CPS-CASSY-Rahmen
- Messleitungen, 4 mm Stecker, 2 Stück

Aufgabe 1: Wie wird ein Zweipunktregler in CASSY Lab 2 eingerichtet?

Ruft im Programm CASSY Lab 2 das Fenster *CASSY-Module anzeigen* aus der Menüleiste auf. In dem Fenster könnt Ihr unter *Beispiel laden* auf eine Versuchsbibliothek zurückgreifen.

Ladet euch aus den **Versuchsbeispielen Physik** den Versuch **Temperaturregelung**. Dieser ist unter **Elektronik** zu finden.

Wählt aus den vier Möglichkeiten **Beispiel laden (Zweipunktregler)** aus.

Studiert die Einstellungen unter Rechner/Parameter und unter Spannungsquelle.

Unter Rechner/Parameter werden die definiert. Diese Werte werden fest vorgegeben, dadurch ist im Einstellungsfenster für die Parameter angeklickt.

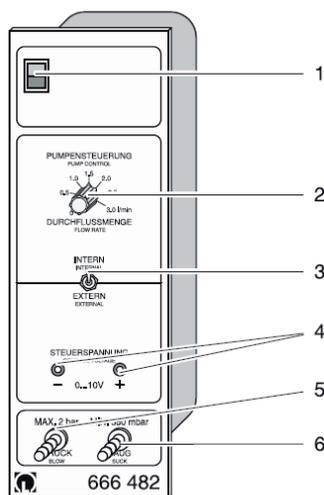
Mit der Formel im Fenster der Spannungsquelle wird die in Abhängigkeit von der an- und ausgeschaltet.

Die Formel für die Spannungsquelle ist nicht schwer zu verstehen, bis auf die Bedingung *and odd*. Dies lässt sich erst verstehen, wenn man die Belüftungspumpe angeschlossen hat, und das ganze einmal ausprobiert, und das *and odd* auch einmal weglässt.

Blue-Bottle-Versuch, automatisiert

Aufgabe 2: Externe Steuerung der Belüftungspumpe

Hier seht Ihr die CPS-Belüftungspumpe abgebildet:



Klinke jetzt die Belüftungspumpe in den CASSY-Rahmen ein, und verbinde die Buchsen der Spannungsquelle von Sensor-CASSY 2 mit den entsprechenden Buchsen **④**. Beachtet, dass die Pumpe zu Ihrer eigenen Versorgung 220 V benötigt.

Dreht den Regler für die Spannungsquelle (am Sensor CASSY 2 zwischen den Buchsen der Spannungsquelle) nach rechts. (Spannung maximal).

Stellt die Pumpe am Hauptschalter **①** ein, den Schalter **③** auf extern.

Mit **②** könnt Ihr die Pumpleistung regulieren.

Startet jetzt einen Testlauf, bei dem die Pumpe sich einschaltet, wenn 25 °C überschritten sind, und sich die Pumpe ausschaltet, wenn 30 °C überschritten werden. Der Testlauf wird mit F9 wie gewohnt gestartet.

Die Temperaturerhöhung bekommt Ihr durch Reiben der Temperaturfühlerspitze hin.

Es ist in Ordnung, wenn die Pumpe beim ersten Zyklus schon läuft, bevor 25 °C erreicht werden.

Wie geht es weiter?

Der Versuch wird durch Eueren Computer eingerichtet.

Die Pumpe soll jetzt durch das Eintauchphotometer S gesteuert werden. Dieses besitzt in CASSY Lab 2 das Symbol TA.

Die Schaltschwelle T1 soll bei etwa 30 % Transmission liegen, die Schaltschwelle T2 bei etwa 85%.

Setzt Euch mit der Gruppe 1 und 2 in Verbindung, und lasst Euch von Gruppe 2 die Funktionsweise des Photometers bzw. den Begriff Transmission erklären.

Blue-Bottle-Versuch, automatisiert

Die Gemeinschaftsarbeit: Gruppe 1, 2 und 3 baut den Versuch auf

Jetzt wird der Blue-Bottle-Versuch zusammen aufgebaut. Jede Gruppe erklärt zuerst den zwei anderen Gruppen, was Sie sich erarbeitet haben.

Der Versuch wird in der Woulfischen Flasche aufgebaut. Das Eintauchphotometer wird im mittleren Durchlass in die Lösung eingetaucht.

Das Einleitungsrohr wird mit der Luftpumpe ⑤ mit einem PVC-Schlauch verbunden.

Die dritte Öffnung dient der Entlüftung.

Jetzt muss Gruppe 2 die Einstellungen für das Photometer vornehmen, Gruppe zwei nimmt die Einstellungen für die externe Steuerung der Luftpumpe vor.

Wenn alles passt, wird die Messung mit F9 gestartet, wenn die Lösung farblos wird, muss die Pumpe sich einschalten, wenn sie wieder blau gefärbt ist, muss sie sich ausschalten.

Eventuell müsst Ihr die Schaltschwellen T1 und T2 noch etwas nachbessern.

Die könnt Ihr im Diagrammfenster verfolgen.

Entsorgung

Die Lösungen können in das Abwasser entsorgt werden. Mit viel Wasser nachspülen.

Literatur

- (1) Bedienungsanleitung CPS - Steuerbare Belüftungspumpe 666 482, www.ld-didactic.de