

# Lambert-Beersches Gesetz und Photometrie von Kupfersulfatlösungen mit Cobra SMARTsense



Chemie

Analytische Chemie

Spektroskopie



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

30 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f10711e054f090003d3c67a>

PHYWE



## Lehrerinformationen

### Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

In der Biologie und der Chemie ist es immer wichtig zu wissen welche Konzentration vorliegt. Dies wird bei Lösungen zumeist mit einem Colorimeter gemacht. Dies ist ein Absorptionsmessgerät, das monochromatisches Licht verschiedener Wellenlängen durch eine Lösung sendet und misst wie stark die Lichtstärke abnimmt. Das nennt man Absorption. Das Verhältnis zwischen Konzentration und Absorption wird mit dem Lambert-Beerschen Gesetz beschrieben.

In diesem Versuch werden Lebensmittelfarben verwendet, da diese ungefährlich sind und den Zusammenhang genauso gut wiedergeben, wie beispielsweise Kupfersulfat.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Zwischen der Absorption von monochromatischem Licht, dass durch eine flüssige Probe gestrahlt wird und der Konzentration der Probe besteht ein Zusammenhang. Dieser Zusammenhang wird durch das Lambert-Beersche Gesetz wiedergegeben:

$$A = \lg\left(\frac{I_0}{I}\right) = \lg\left(\frac{1}{T}\right) = \epsilon \cdot c \cdot d$$

A: Absorbanz (veraltet: Extinktion);  $I_0$ : Intensität des eingestrahlten Lichts; I: Abschwächung des eingestrahlten Lichts; T: Transmissionsgrad;  $\epsilon$ : molarer Absorptionskoeffizient; c: Konzentration der Lösung; d: Weglänge des Lichtstrahls durch die Probe

### Prinzip



Man gibt eine Lösung (mit einer bestimmten Konzentration) in eine Küvette und stellt diese in ein Photometer. Nachdem das Photometer "eingeschaltet" wurde, wird die Lösung in der Küvette mit monochromatischem Licht durchstrahlt und anschließend die Intensität der aus der Küvette austretenden Strahlung gemessen.

Mit Hilfe des Gesetzes von Lambert-Beer lässt sich die Konzentration einer Lösung anhand der Absorbanz von monochromatischem Licht bestimmen.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



In diesem Versuch wird nun der Zusammenhang zwischen Absorption (bzw. Transmission) und Konzentration der vermessenen Lösung untersucht.

### Aufgaben



Die Schüler sollen in diesem Versuch 0,1 g Farbpulver abwiegen und in 100 ml Wasser auflösen, die Absorption der Lösung messen und die Flüssigkeit zurückführen. Danach verdünnen sie die ursprüngliche Lösung mit 100 ml Wasser und messen erneut die Absorption. Nachdem sie die Messflüssigkeit zurückgegeben haben, verdünnen sie die Lösung erneut mit 100 ml, um eine 1:3 Verdünnung zu erhalten. Diese wird wiederum gemessen. Dann wieder die Flüssigkeit zurückführen und weitere 100 ml hinzugeben um eine 1:4 Verdünnung zu erhalten. Diese messen. Zuletzt die Flüssigkeit zurückgeben und mit weiteren 100 ml verdünnen, um eine 1:5 Verdünnung zu erhalten. Um möglichst wenig Farbmateriale in den Küvetten zu lassen, wird empfohlen, die Küvetten mit dem Wasser, welches zur Verdünnung genutzt wird, auszuwaschen. Alternativ lässt sich auch jedesmal eine neue Lösung mit 0,1 g Farbpulver und jeweils 100 ml, 200 ml, 300 ml, 400ml, 500 ml Wasser ansetzen, um die Verdünnungen nachzuvollziehen.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE



## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Chemische Reagenzien

In der Biologie und Chemie ist es wichtig zu wissen, in welcher Konzentration die Lösung vorliegt, mit der man arbeitet. So kann man beispielsweise auch die Aktivität von Enzymen bestimmen. Dies geschieht über ein physikalisches Prinzip, das die Trübung einer Lösung mit deren Konzentration in Zusammenhang setzt. Dies wird durch das Lambert-Beersche Gesetz beschrieben. Hierbei wird ein Lichtstrahl einer bestimmten Wellenlänge durch eine Lösung gesendet und die Abnahme der Intensität nach Passage durch die Lösung gemessen. Das verwendete Messgerät nennt man Colorimeter.

In diesem Versuch wird das Lambert-Beersche Gesetz mit Lösungen verschiedener Konzentration untersucht.

## Aufgaben

PHYWE



Beim Umgang mit Chemikalien unbedingt Schutzbrille tragen!

1. Zuerst sollst du Lösungen verschiedener Konzentration herstellen, oder eine zunächst konzentrierte Lösung verdünnen.
2. Die hergestellten Lösungen sollen danach im Colorimeter auf ihre Absorbtion untersucht werden. Erkennst du den Zusammenhang?

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - Colorimeter, 0 ... 100 % (Bluetooth + USB)	12924-01	1
2	Kompaktwaage, OHAUS TA 302, 300 g : 10 mg	49241-93	1
3	Makro-Küvette, PS, 4 ml, 100 Stück	35663-10	1
4	Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat, 250 g	30126-25	1
5	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1
6	Küvettenständer, PE, 16plätzig	35661-10	1
7	Pipettierball, Standardmodell (bis 10 ml), 3 Ventile	47127-01	1
8	Messkolben, Boro, 25 ml, NS 10	36546-00	2
9	Pulverspatel, Stahl, l = 150 mm	47560-00	1
10	Messpipette, 5 ml, Teilung 0,05 ml	36598-00	1
11	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

## Aufbau (1/3)

PHYWE

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS



Android



Windows

## Aufbau (2/3)

PHYWE



Versuchsaufbau

Zunächst muss das Colorimeter kalibriert werden. Dies geschieht, indem man eine Küvette mit destilliertem Wasser befüllt und dessen Absorbanz für alle fünf Werte (Ar; Ao; Ag; Ab; Av) auf 0 setzt. Die Messart sollte auf "Punkt" gesetzt werden.

Wichtig ist bei sämtlichen Messungen darauf zu achten, dass die Küvette sauber ist und dass sich keine Luftblasen in der Lösung befinden. Luftblasen können durch schnippen an die Küvette weitestgehend entfernt werden. Die Küvetten sollten nur ganz oben und gar nicht an den klaren Seitenwänden angefasst werden.

## Aufbau (3/3)

PHYWE

Um die Lösungen herzustellen, löst man zunächst 0,1 g der Lebensmittelfarbe in 100 ml Wasser. Nachdem alles gelöst ist, wird die Lösung zunächst 1:1, dann 1:2, dann 1:3 und schließlich 1:4 verdünnt. Hierzu gibt man auf die ursprüngliche Lösung jeweils 100 ml Wasser. Man erhält also zuerst 100, dann 200, 300, 400 und zuletzt 500 ml Gesamtvolumen.

Dies ist für alle Farben durchzuführen.



Verdünnungsreihe

## Durchführung (1/2)

PHYWE



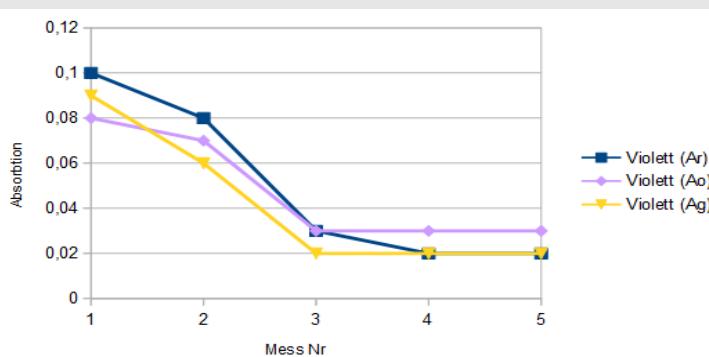
Beispielmessung: Orange (Punkt 0 00:  
destilliertes Wasser)

Zuerst verbindet man sein Smartphone, oder Laptop mit der measureAPP. Um den Laptop zu verbinden benötigt man ein entsprechendes USB-Kabel, für das Smartphone oder Tablet aktiviert man Bluetooth und den Standort. Dann wählt man in der App unter "Sensoren" das Colorimeter. Hiernach wählt man die Messart "Absorbance". Um das Colorimeter zu kalibrieren setzt man eine Küvette mit Wasser ein und wählt unter Sensoren "auf Null setzen", dort wählt man alle fünf Auswahlmöglichkeiten.

Danach kann man die Verdünnungen messen. Es wird empfohlen den Einzelwertmodus unter dem Icon "0.0" zu verwenden und die Werte zu protokollieren.

## Durchführung (2/2)

Um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, ist es wichtig, nicht jede Farbe mit allen Absorptionsmöglichkeiten zu messen. Für orange, gelb und rot sollte man Av und Ab auswählen; für violett Ao, Ar und Ag; für blau Ao und Ar; für grün Ab, Av und Ar. Das sind die jeweiligen Komplementärfarben. Die Ergebnisse sollten dann in etwa so aussehen wie in der Tabelle, bzw in der Grafik (hier: violett).



Verdünnung	Farbe	Violett (Ar)	Violett (Ao)	Violett (Ag)
1		0,1	0,08	0,09
1 zu 1		0,08	0,07	0,06
1 zu 2		0,03	0,03	0,02
1 zu 3		0,02	0,03	0,02
1 zu 4		0,02	0,03	0,02

Absorptionswerte für die Farbe violett

**PHYWE**



## Protokoll

## Aufgabe 1

PHYWE

Setze das Wort an die richtige Stelle

Das [redacted] sendet [redacted] durch die Lösung und misst die Schwächung der [redacted]. Das Verhältnis zwischen Absorbanz und [redacted] wird durch das [redacted] beschrieben.

Colorimeter

Lambert-Beer Gesetz

Konzentration

monochromatisches Licht

Absorbanz

 Überprüfen

## Aufgabe 2

PHYWE

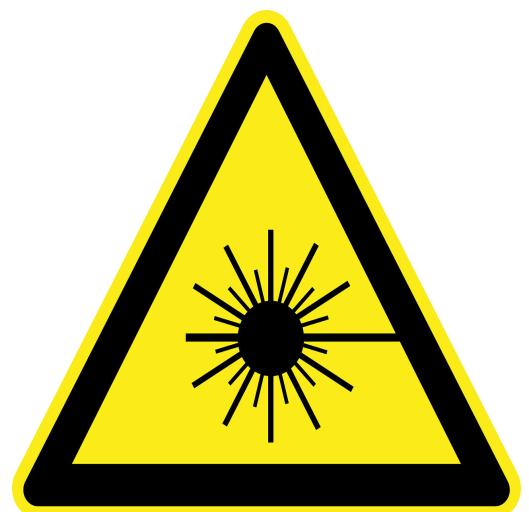
Warum verringert sich die Intensität des Lichts nach Passage durch eine Lösung?

Dies geschieht nur, wenn die Scheiben der Küvette beschmutzt sind.

Weil es in der Kammer so dunkel ist.

Der Weg zwischen Lichtquelle und -sensor schwächt das Licht ab.

Die in der Lösung enthaltenen Stoffe absorbieren das Licht.

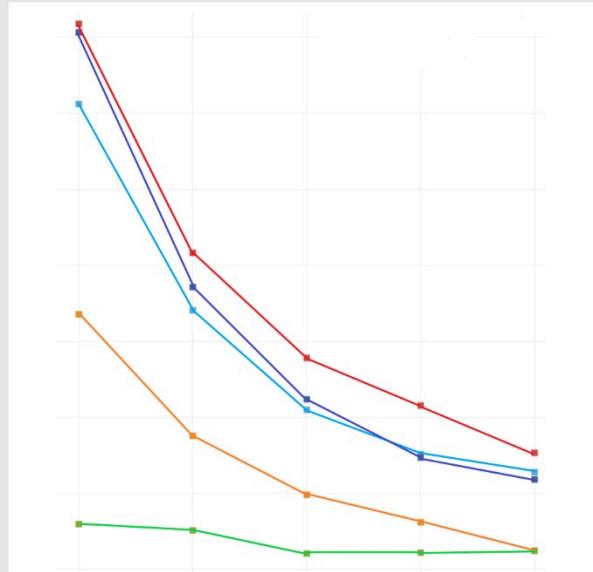


## Aufgabe 3

PHYWE

Je stärker die Absorption, desto...

- ... stärker die Farbe der Lösung.
- ... mehr Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge wurden hindurch gesendet.
- ... weniger Verunreinigung in der Lösung.
- ... konzentrierter die Lösung.

**Check**

Folie

Punktzahl / Summe

Folie 16: Lambert-Beer Gesetz

**0/5**

Folie 17: Funktionsweise Colorimeter

**0/1**

Folie 18: Absorbanz und Konzentration

**0/2****Gesamtsumme****0/8****Lösungen****Wiederholen**