

Technische Daten

Art des Sensors:	Analog
Ausgangsspannung:	0 bis 5 V
Verwendbarer Messbereich:	Transmission zwischen 10% und 90% Absorption zwischen 0,05 und 1,0
Wellenlängenbereiche:	Violett, 430 nm Blau, 470 nm Grün, 565 nm Rot, 635 nm
Auflösung unter Verwendung eines 12 bit A/D Konverters:	0,025 %T
Spannungsversorgung:	5 V/DC, ± 25 mV
Stromversorgung:	40 mA (typisch)
Kalibrierungsfunktion:	$A = 0,544 - 0,434 \cdot \ln U_{\text{out}} \text{ (V)}$ $\%T = 28,571 \cdot U_{\text{out}} \text{ (V)}$
Anschluss:	IEEE1394 oder BT (British Telecom) Stecker



Wichtiger Hinweis:

Dieses Produkt ist ausschließlich für Unterrichts- und Lehrzwecke, jedoch nicht für die kommerzielle Verwendung in Industrie, Gewerbe, Medizin oder Forschung vorgesehen.

Garantie:

Wir garantieren, dass dieses Produkt frei von Material- und Herstellungsfehlern ist. Der Garantiezeitraum ist auf 2 Jahre ab Auslieferung beschränkt. Diese Garantie gilt nicht für Schäden am Produkt, die durch Missbrauch oder unsachgemäße Verwendung verursacht werden.



P4231-1F Sensor Photometer (CMA: BT10i)



Kurzbeschreibung

Das Fotometer misst die Intensität bestimmter Wellenlängen von Licht, das durch eine Probelösung tritt und kann auf diese Weise zur Bestimmung der Konzentration einer Lösung verwendet werden.

Vier LED-Lichtquellen emittieren Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen: violett (430 nm), blau (470 nm), grün (565 nm) und rot (635 nm). Die jeweilige Wellenlänge wird über die beiden Pfeiltasten auf der Vorderseite des Fotometers ausgewählt.

Im Lieferumfang des Fotometers befinden sich 10 Küvetten aus Kunststoff mit zugehöriger Verschlusskappe. Das Fotometer wird von Coach 6 unterstützt und kann an einen analogen Eingang eines CMA Interface angeschlossen werden.

Experimentiervorschläge

Das Fotometer kann für eine Vielzahl an unterschiedlichen Experimenten eingesetzt werden:

- Überprüfen der Gültigkeit des Beerschen Gesetzes (z.B. anhand von Kristallviolett oder Kupfersulfat)
- Bestimmung der Konzentration von gefärbten Lösungen
- Experimente zur Reaktionskinetik - Messen der Reaktionsrate, der Reaktionsordnung und des Reaktionsgleichgewichts
- Quantitative Bestimmung biologischer Moleküle: Zucker, Proteine oder Vitamine
- Quantitative Bestimmung anorganischer Ionen: Nitrate und Phosphate
- Quantitative Bestimmung des Wachstums von Mikroorganismen

Handhabung

Führen Sie zuerst eine Null-Punkt Kalibrierung durch, bevor Sie mit der Messung beginnen (siehe Unterpunkt "Kalibrierung"). Beginnen Sie anschließend mit der Messung:

- Befüllen Sie eine Küvette mit 2,2 bis 3,5 ml jener Probelösung, deren Konzentration Sie messen wollen (das Volumen der Küvette beträgt 4 ml). Schrauben Sie die Verschlusskappe auf die Küvette. Beachten Sie, dass bei einigen Experimenten (z.B. bei der Messung von Reaktionsraten) der Faktor Zeit eine bedeutende Rolle spielt und das Aufsetzen der Verschlusskappe und Einsetzen der Küvette rasch geschehen muss, um möglichst viele Daten der Reaktion aufzeichnen zu können.
- Entfernen Sie die leere Küvette aus dem Fotometer und ersetzen Sie diese durch die Küvette mit der Probelösung. Achten Sie auf die Einsetzrichtung: Die glatte Seite der Küvette muss nach oben zeigen. Berühren Sie die Küvette möglichst nur an der Verschlusskappe, um unerwünschte Fingerabdrücke an den Außenseiten zu vermeiden.
- Schließen Sie den Deckel des Fotometers und starten Sie die Messung.

Wählen Sie eine Wellenlänge durch Drücken der beiden Pfeiltasten auf der Vorderseite des Fotometers (◀ oder ▶) aus. Es gibt unterschiedliche Methoden, um sich für die zur Messung geeignete Wellenlänge zu entscheiden:

Methode 1:

Achten Sie auf die Farbe der Probelösung. Die Farbe einer Lösung entspricht jenem Farbspektrum des Lichts welches emittiert und nicht absorbiert wird. Aus diesem Grund sollte nicht diese Farbe für die Messung verwendet werden, sondern jene, die von der Lösung absorbiert wird.

Beispiel: Verwenden Sie zur Messung einer blauen Kupfersulfatlösung (CuSO_4) die rote LED.

Methode 2:

Eine leichte und sichere Methode ist, mit allen vier Wellenlängen eine Messung durchzuführen und anschließend jene Wellenlänge zu verwenden, deren Absorptionsgrad am höchsten war.

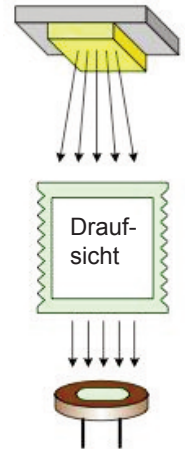
Methode 3:

Bei vielen Experimenten wird bereits eine bestimmte Messwellenlänge empfohlen. Wählen Sie jene Wellenlänge, die mit der für das Experiment vorgeschlagenen am besten übereinstimmt.

Verwendung von Küvetten

Das Fotometer wurde für die Verwendung von Einweg-Standardküvetten aus Polystyrol konzipiert. Eine Standardküvette besitzt eine quadratische Querschnittsfläche mit 10 mm Seitenlänge und ist 45 mm hoch. Das Volumen der Küvette beträgt 4 ml. Je 2 gegenüber liegende Seitenflächen der Küvette sind matt, die anderen beiden glatt.

Wichtig: Platzieren Sie die Küvette so in das Fotometer, dass das Licht der LED durch die glatten Seitenflächen der Küvette tritt. Die glatten Seitenflächen müssen in dem für die Küvette vorgesehenen Einschub nach vorne und nach hinten ausgerichtet, die matten Seitenflächen nach links und rechts.



Einzelne Kunststoffküvetten unterscheiden sich bei der Absorption von Licht geringfügig. Bei den meisten Experimenten wird dieser Unterschied keine entscheidende Rolle spielen und Sie können den Einfluss der Küvette vernachlässigen. Um besonders genaue Messergebnisse zu gewährleisten, sollten Sie für eine Experimentreihe immer die selbe Küvette verwenden oder ein Set von Küvetten aufeinander abstimmen. Aufeinander abgestimmte Küvetten besitzen leer annähernd den gleichen Absorptionsgrad.

So stimmen Sie einzelne Küvetten aufeinander ab:

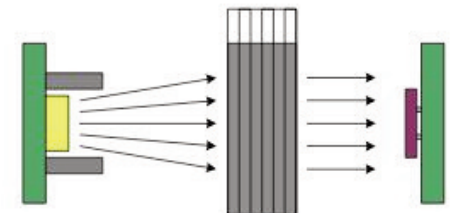
Verwenden Sie trockene und saubere Küvetten. Markieren Sie eine der beiden glatten Seiten, um immer die gleiche Ausrichtung im Fotometer zu gewährleisten. Platzieren Sie die Küvetten nacheinander im Fotometer und notieren Sie den Absorptionsgrad. Gruppieren Sie die Küvetten anschließend in Kategorien mit ähnlichem Absorptionsgrad.

Hinweise:

- Vermeiden Sie, dass Flüssigkeit im Fotometer aus den Küvetten austritt.
- Verwenden Sie in den Küvetten keine organischen Zusammensetzungen aus aromatischen, halogenhaltigen oder fetthaltigen Keton-, Aldehyd- oder Esthergruppen.

Funktionsweise des Fotometers

Aus einer LED tritt Licht bestimmter Wellenlänge durch eine Küvette, die eine Probelösung enthält. Eine hochempfindliche Fotozelle registriert Licht, das durch die Lösung tritt.



Jenen relativen Anteil der Lichtintensität, der nicht von der Lösung absorbiert wird, bezeichnet man als Transmission (T). Die Transmission ist der Quotient aus der transmittierten Lichtintensität (I_t) nach dem Durchtritt durch die Probelösung, und der von der LED abgegebenen (I_0):

$$T = \frac{I_t}{I_0}$$

Unter dem vom Fotometer gemessenen Absorptionsgrad A versteht man den Logarithmus des Kehrwerts der Transmission. Dieser ist proportional zu folgenden Parametern: dem molaren Absorptionskoeffizienten der Lösung (ε), der Breite der Küvette (b) und der molaren Konzentration in mol / l (C):

$$A = \log\left(\frac{1}{T}\right) = \varepsilon \cdot b \cdot C$$

Der Absorptionsgrad verhält sich für eine bestimmte Lösung folglich (bei konstanter Küvettenbreite) direkt proportional zur Konzentration der Lösung. Dieser Zusammenhang ist als Beersches Gesetz bekannt (k ist der Proportionalitätsfaktor) und wird verwendet, um über die Absorption die Konzentration einer Lösung zu bestimmen:

$$A = k \cdot C$$

Die Transmission kann auch als Transmission in Prozent (%T) angegeben werden.

Da $T = \%T/100$, gilt für A:

$$A = \log\left(\frac{100}{\%T}\right) = 2 - \log(\%T) \text{ wegen } \log\left(\frac{100}{\%T}\right) = \log 100 - \log(\%T)$$

Der proportionale Zusammenhang zwischen Absorptionsgrad und Konzentration gilt nicht im gesamten Transmissionsbereich. Unsere Tests zeigen, dass die besten und zuverlässigsten Ergebnisse bei folgenden Messwerten erzielt werden:

- Transmission zwischen 10% und 90%
- Absorption zwischen 0,05 und 1,0

Sollte eine Probelösung bei einer Messung nicht in diesen Bereich fallen und einen zu geringen Transmissionsgrad aufweisen, empfehlen wir, die Flüssigkeit soweit zu verdünnen, bis die Messwerte für Transmission dem oben angegebenen Bereich entsprechen.

Kalibrierung

Bei diesem Sensor handelt es sich um einen intelligenten Sensor. Dieser verfügt über einen integrierten Speicherchip (EEPROM), der Informationen über den Sensor enthält und über ein einfaches Protokoll (I²C) die Daten (Name, Menge, Einheit und Kalibrierung) an das verwendete Programm weitergibt. Der Sensor wird somit vom Interface automatisch erkannt. Falls nicht, wählen Sie bitte zur Initialisierung den Sensor aus der Coach Sensorenbibliothek aus.

ACHTUNG: Der Name des Sensors in der Datenbank der Coach-Software ist:

Fotometer / 4 Farben (BT29i) (CMA) (0..1)

Fotometer / 4 Farben (BT29i) (CMA) (0..100%)

Das Fotometer ist bei Auslieferung bereits kalibriert. Die Software „Coach“ kann daher die kalibrierten Werte automatisch anzeigen. Mit Hilfe der Software können Sie wählen, ob Sie die auf dem Sensor direkt gespeicherte Kalibrierung, oder jene von der Coach Sensorenbibliothek verwenden wollen. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann die vordefinierte Kalibrierung verändert werden.

Die Interfaces VinciLab, ULAB, CoachLab II+ und EuroLab sind mit dem Sensor kompatibel.

Der Ausgang des Fotometers steigt linear mit der Transmission in Prozent. Die am EEPROM des Fotometers gespeicherte Kalibrierungsfunktion lautet:

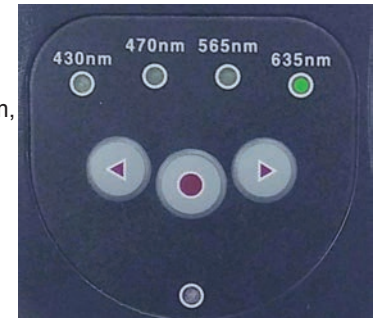
$$A = 0,544 - 0,434 \cdot \ln U_{\text{out}} \text{ (V)}$$

Anmerkung: Die Berechnungsmethode lautet wie folgt:

$$A = 2 - \log(\%T) = 2 - \log(28,571 \cdot U_{\text{out}}) = 2 - \log 28,571 - \log U_{\text{out}} = 0,544 - 0,434 \cdot \ln U_{\text{out}}$$

Vor einer Messung sollte eine Null-Punkt-Kalibrierung durchgeführt werden:

- Verbinden Sie das Fotometer mit einem Interface.
- Warten Sie etwa 5 Minuten, damit sich das Messsystem stabilisieren kann. Eine der vier Leuchtdioden zeigt die aktive Wellenlänge an.
- Drücken Sie den Knopf ◀ oder ▶, um die gewünschte Wellenlänge auszuwählen (430 nm, 470 nm, 565 nm, oder 635 nm).
- Öffnen Sie den Deckel des Fotometers.
- Befüllen Sie eine Küvette mit destilliertem Wasser. Diese Küvette dient als Messreferenz für 100% Transmission (bzw. 0% Absorption).
- Setzen Sie die Küvette in die dafür vorgesehene Führung des Fotometers ein.



- **Wichtig:** Achten Sie auf die korrekte Position. Eine der glatten Seitenflächen muss nach vorne zeigen. Beachten Sie dabei, dass es zwischen dieser Position und der um 180° gedrehten leichte Messunterschiede bei der Transmission geben kann.
- Schließen Sie den Deckel des Fotometers.
- Drücken und halten Sie den Knopf ●, um den Kalibrierungsprozess zu starten. Lassen Sie den Knopf los, wenn die rote LED aufleuchtet. Der Kalibrierungsprozess ist beendet, wenn die LED erlischt und der gemessene Absorptionsgrad im Bereich zwischen 0,000 und 0,001 liegt.
- Das Fotometer ist jetzt zur Messung von Probelösungen bereit.