
COLORIMETER BT29i

GEBRUIKERSHANDLEIDING



CENTRUM VOOR MICROCOMPUTER APPLICATIES

<http://www.cma-science.nl>

Korte beschrijving

De CMA Colorimeter BT29i meet de hoeveelheid licht die door een oplossing wordt doorgelaten. Hiermee kan de concentratie van bepaalde deeltjes in die oplossing worden gemeten. De sensor bezit vier LED lichtbronnen die licht met verschillende golflengtes uitzenden: paars van 430 nm, blauw van 470 nm, groen van 565 nm en

rood van 635 nm. De golflengte wordt geselecteerd met de pijltjestoetsen op het bedieningspaneel. De Colorimeter wordt geleverd met 10 plastic cuvetten met deksel.

De Colorimeter kan worden aangesloten op de analoge BT ingangen van de CMA interfaces. De sensorkabel die nodig is om de sensor op een interface aan te sluiten, wordt niet meegeleverd met de sensor, deze kan apart besteld worden (CMA art. nr. BTsc_1).

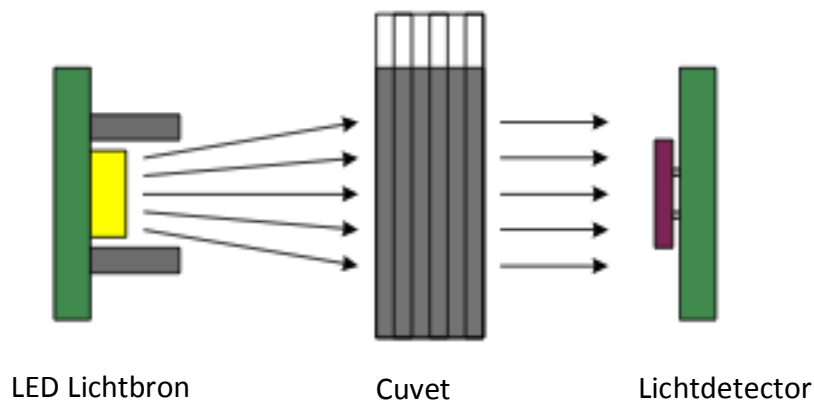
Sensor herkenning

De Colorimeter heeft een geheugenchip (EEPROM) met informatie over de sensor: zijn naam, gemeten grootte, eenheid en ijking. Door middel van een eenvoudig protocol wordt deze informatie door de CMA interfaces gelezen en wordt de sensor bij aansluiten op deze interfaces automatisch herkend.

Als uw Colorimeter niet automatisch door de interface herkend wordt, moet u deze handmatig kiezen uit de Coach sensorbibliotheek.

Werking van de Colorimeter

Licht van de LED gaat door een cuvet met de te meten oplossing. Een lichtgevoelig element aan de andere kant detecteert de hoeveelheid doorgelaten licht.



De hoeveelheid licht die door de oplossing wordt doorgelaten, is de **transmissie (T)** en wordt uitgedrukt in de verhouding van de intensiteit van het doorgelaten licht I en de oorspronkelijke intensiteit van de lichtbundel I_0 . In formule:

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

De transmissie is afhankelijk van drie factoren: de molaire extinctiecoëfficiënt ϵ (in $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$), de concentratie van de stof c (in $mol \cdot L^{-1}$) en de weglengte van het licht door de cuvet l (in cm). Hierdoor kan de transmissie als volgt gedefinieerd worden:

$$T = 10^{-\epsilon * c * l}$$

De reciproke waarde van de transmissie is de extinctie E. Dit is de hoeveelheid licht die door de oplossing wordt opgenomen. Hiervoor geldt:

$$E = -\log(T)$$

Invullen van bovenstaande formule voor T levert dan:

$$E = \epsilon * c * l$$

Bij een gegeven oplossing in een cuvet met constante lengte, kan men aannemen dat ϵ en l constant zijn. Dit geeft de volgende vergelijking:

$$E = k * c$$

Hierin is k de resulterende constante uit het product van ϵ en l . In deze vergelijking is de absorptie recht evenredig met de concentratie (Wet van Lambert-Beer) en kan de absorptie dus gebruikt worden om de concentratie van een oplossing te meten.

Transmissie kan ook uitgedrukt worden als **procentuele transmissie** of %T. Aangezien $T = \%T/100$, kan de formule die de relatie tussen absorptie en transmissie ook herschreven worden als :

$$E = -\log\left(\frac{\%T}{100}\right)$$

of

$$E = 2 - \log(\%T)$$

De evenredige relatie tussen absorptie en concentratie geldt niet over het hele transmissiebereik. Uit onze testen blijken de beste resultaten van de Colorimeter bereikt te worden als de transmissie- of absorptiewaarden in de volgende bereiken liggen:

- Transmissie: 10% - 90%
- Absorptie: 0.05 – 1.0.

Experimenten met behulp van het absorptiebereik moeten dusdanig worden ontworpen dat ze binnen deze waarden vallen. Een oplossing die erg weinig licht doorlaat, kan bijvoorbeeld verdund worden tot de transmissie binnen het genoemde bereik valt.

Ijking

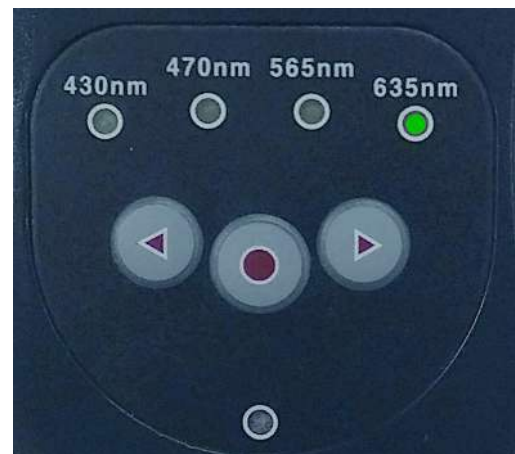
De CMA Colorimeter BT29i wordt geijkt geleverd. De gemeten waardes van de Colorimeter zijn evenredig met het percentage transmissie. De meegeleverde ijkingfunctie is als volgt:

$$\text{Extinctie } E = 0,544 - 0,434 * \ln V_{\text{uit}}(V)^1.$$

Het Coach programma maakt het mogelijk de ijking meegeleverd met het sensor geheugen (EEPROM) of de ijking opgeslagen in de Coach sensorbibliotheek te selecteren.

Vóór het verzamelen van gegevens moet een nulpuntsijking voor de geselecteerde golflengte gemaakt worden. Het uitvoeren van een dergelijke ijking gaat als volgt:

- Sluit de Colorimeter aan op een interface.
- Laat het systeem op de gewenste golflengte 5 minuten² stabiliseren. Een van de vier groene golflengte signaal lampjes gaat aan bij het aanzetten van de Colorimeter.
- Druk op de ◀ of ▶ knop op de Colorimeter om de juiste golflengte voor je experiment te kiezen (430 nm, 470 nm, 565 nm, of 635 nm).
- Open de deksel van de Colorimeter.
- Vul een cuvet met de blanco oplossing. Dit kan gedestilleerd water zijn, maar ook een andersoortige oplossing. Dit is de nulmeting (100 % transmissie of 0 extinctie).



¹ Berekend als volgt $A = 2 - \log(\%T) = 2 - \log(28.571 * V_{\text{uit}}) = 0.544 - \log(V_{\text{uit}}) = 0.544 - 0.434 * \ln(V_{\text{uit}})$

² Voor de beste resultaten moet het systeem gedurende 5 minuten vóór het ijken of het verzamelen van gegevens worden gestabiliseerd.

- Zet de cuvet met het monster in de cuvethouder. Het is belangrijk om de cuvet zo te plaatsen dat één van de gladde kanten van de cuvet aan de bovenkant van de cuvethouder zit. Licht wordt van beneden uitgezonden; de lichtsensor zit bovenin de Colorimeter. Als de cuvet foutief geplaatst wordt, zal er een andere (foutieve) transmissie gemeten worden.
- Sluit dedeksel van de Colorimeter.
- Druk op de  knop om het ijkingsproces te starten. Laat de knop los als de rode LED begint te knipperen. De ijking is klaar als de LED stopt met knipperen en de gemeten extinctie zal 0,000 of 0,001 zijn. De Colorimeter is nu klaar om gegevens te verzamelen.

Verzamelen van gegevens

Nadat de nulpuntsijking gedaan is, kunnen er metingen gedaan worden:

- Vul een cuvet met 2,2 tot 3,5 mL van de oplossing die je wilt meten (het volume van de cuvet is 4 mL). Sluit de cuvet af met één van de meegeleverde dopjes. Merk op dat bij sommige experimenten (bijvoorbeeld bij het meten van de reactiesnelheid) de tijd benodigd om de dop en cuvet te plaatsen in verlies van vroege gegevens zal resulteren.
- Vervang de cuvet met de blanco in de Colorimeter door de cuvet met de oplossing. Houdt de cuvet bij de dop of de geribbelde kant vast. Vermijd het aanraken van de gladde kant. Vet of andere stoffen die van vingers op de cuvet terechtkomen, kunnen de meting beïnvloeden.
- Sluit de Colorimeter deksel en start de meting met behulp van de software.

Selectie van golflengte

Verschillende stoffen absorberen licht (energie) van verschillende golflengten. Hierdoor is er voor elke stof een optimale extinctie te vinden. De golflengte wordt geselecteerd door op  of  op het voorpaneel te drukken. Er zijn verschillende manieren waarmee je kunt beslissen welke van de vier golflengten u gaat gebruiken.

Methode 1

Kijk naar de kleur van de oplossing. Bedenk dat de kleur van een oplossing, de kleur is die er doorheen gaat. Metingen zijn echter het effectiefst als er relatief veel licht wordt geabsorbeerd. Gebruik dus de complementaire kleur van de waargenomen kleur. Voor een oplossing van koper(II)sulfaat (CuSO_4) (blauw), wordt bijvoorbeeld de rode LED (635 nm) gebruikt.

Methode 2

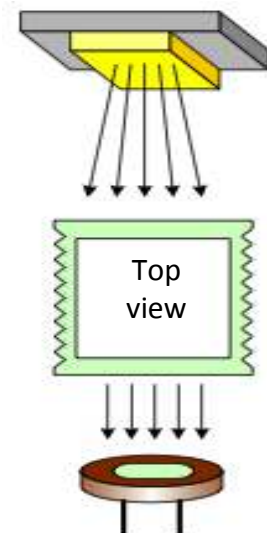
Bepaal vooraf de golflengte waarbij de grootste absorptie optreedt. Doe dit door een cuvet met de oplossing in kwestie in de Colorimeter te plaatsen en te controleren bij welke golflengte de grootste extinctie plaatsvindt. Vervolgens wordt het experiment bij deze golflengte uitgevoerd.

Methode 3

De meeste colorimetrische experimenten maken melding van een aanbevolen golflengte. Gebruik de golflengte die zo dicht mogelijk bij deze aanbevolen golflengte ligt. Zelfs als de golflengte van de LED iets verschillend is, kan de wet van Lambert-Beer worden toegepast als de golflengte niet al te sterk afwijkt van het gegeven optimum.

Gebruik van cuvetten met de Colorimeter

De Colorimeter is ontworpen voor gebruik met standaard polystyreen wegwerpcuvetten. Macro cuvetten hebben een breedte van 10 mm en zijn 45 mm hoog. Het totale volume van een cuvet is 4 mL. De cuvet heeft twee gladde en geribbelde zijden. De gladde zijden zijn de optische oppervlakten die bestemd zijn om het licht van LED door te laten. Het is belangrijk om de cuvet in de juiste richting (met een gladde zijde naar de boven en onderkant van de cuvethouder en de geribbelde zijden naar links en rechts) in de Colorimeter te plaatsen. Individuele plastic cuvetten verschillen onderling enigszins in de mate waarin zij licht absorberen. Bij de meeste experimenten zal deze variatie een verwaarloosbaar effect hebben op de meetresultaten en kunnendeze verschillen genegeerd worden. Voor de beste resultaten kan variatie in lichtabsorptie door individuele cuvetten beperkt worden door of steeds dezelfde cuvet voor een bepaald experiment te gebruiken of door overeenkomstige cuvetten te gebruiken.



Overeenkomstige cuvetten zijn cuvetten die (leeg) allen in min of meer dezelfde mate licht absorberen. Om overeenkomstige cuvetten te vinden moeten schone, droge cuvetten gebruikt worden. Zet een merkteken op de cuvet om er voor te zorgen dat de cuvet elke keer op dezelfde manier in de houder gezet wordt en meet voor elke lege cuvet de absorptiewaarde (bij een specifieke golflengte). Groepeer vervolgens de cuvetten op basis van de gemeten waarden om groepjes overeenkomstige cuvetten te krijgen.

Voorgestelde experimenten

De Colorimeter kan gebruikt worden in experimenten zoals:

- Toepassing van de Wet van Lambert-Beer m.b.v. kristalviolet of koper(II)sulfaat
- Het maken van een ijklijn en het bepalen van een onbekende concentratie
- Reactiekinetiek: het meten van de reactiesnelheid, de reactieorde of het verloop van een evenwichtsreactie
- Kwantitatieve bepaling van biologische moleculen zoals suikers, proteïne en vitamines
- Kwantitatieve bepaling van anorganische ionen zoals nitraten of fosfaten.
- Populatiegroei van micro-organismen.

Praktische informatie

- Laat geen vloeistoffen in de behuizing van de Colorimeter komen.
- Gebruik geen organische stoffen die aromaten, halogenen, ketonen, aldehyden of esters bevatten. Deze beschadigen de (polystyreen) cuvetten. .

Technische specificaties

<i>Sensor soort</i>	Analoog, genereert een uitgangspanning tussen 0 - 5 V
<i>Nuutig Meetbereik</i>	Percentage doorlaatbaarheid: 90% .. 10% Absorptie: 0,05 .. 1.0
<i>Golflengtebereiken</i>	Violet, 430 nm of 4300 Å Blauw, 470 nm of 4700 Å Groen, 565 nm of 5650 Å Rood, 635 nm of 6350 Å
<i>Resolutie bij gebruik van een 12 bits 5V AD Omzetter</i>	0.025 %T
<i>Voeding spanning</i>	5 VDC ±25 mV
<i>Voeding stroom (normaal)</i>	40 mA
<i>Ijkingsfunctie</i>	$A = 0,544 - 0,434 \cdot \ln V_{uit}(V)$ (opgeslagen in het sensor geheugen) $\%T = 28,571 \cdot V_{uit}(V)$
<i>Aansluiting</i>	IEEE1394 aansluiting voor BT-IEEE1395 sensorkabel. Sensorkabel wordt niet met de sensor meegeleverd.

Garantie:

De Colorimeter BT29i is gegarandeerd vrij van materiaal- en constructiefouten gedurende 12 maanden na datum van aankoop mits deze onder normale laboratoriumomstandigheden wordt gebruikt. Deze garantie geldt niet als de sensor in een (lab)ongeluk beschadigd raakt of foutief is gebruikt.

N.b.: Dit product is alleen voor onderwijskundige doeleinden geschikt. Het is niet geschikt voor industriële, medische, of commerciële doeleinden of onderzoek op hoog niveau.

Rev. 04/12/2014
MC