

색도계 Colorimeter

Order Code COL-BTA



색도계는 용액의 색깔을 분석해 그 농도를 측정하는 센서입니다. 용액의 색깔은 고유의 것일 수도 있고 다른 시약의 첨가를 통해 나타난 것일 수도 있습니다.

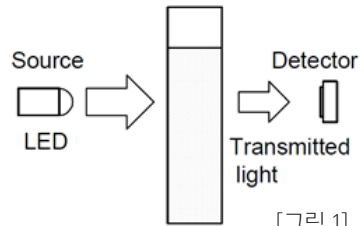
색도계는 사용자가 지정한 파장에서 샘플을 통과한 빛의 양을 통해 측정합니다. 전면 패널의 화살표 키를 사용해서 다음 파장 중 하나를 선택할 수 있습니다.

430nm, 470nm, 565nm, 635nm

센서자동인식 기능이 있어 센서와 인터페이스 연결이 편리하고 보정 방법도 간단하여 사용하기 쉽습니다.

* 작동 원리

[그림 1]과 같이 LED 빛이 샘플이 담겨져 있는 큐벳을 통과합니다. 통과하는 빛 중 일부는 용액에 흡수됩니다. 그 결과 저농도의 빛이 광다이오드를 자극하게 됩니다.



[그림 1]

* 투과도와 흡광도

용액을 통과하는 빛의 양을 투과도라 합니다. 다시 말해 빛이 반사 또는 흡수되지 않고 통과하는 정도를 말합니다. 투과도는 투과된 빛의 세기(I_t)와 빛의 초기 세기(I₀)의 비율로 나타낼 수 있습니다.

$$T = I_t / I_0$$

색도계는 투과도와 정비례하는 출력 전압을 만들어 내는데, 이 전압값은 컴퓨터, 계산기, 단말기 등을 이용해 용액의 투과율을 관찰할 수 있게 합니다. 샘플의 투과도는 다음 세 가지 인자에 따라 변합니다.

ε- 용액의 분자 흡수율(몰 흡광도) b - 세포나 큐벳의 너비(광도의 길이) C - 분자 농도

$$\log(1/T) = \epsilon bC$$

색도계를 사용하는 많은 실험은 흡광도 또한 측정해야 합니다. 흡광도와 투과도가 단순히 반대의 개념으로 용액에 통과되는 빛의 양이 많을수록 흡수되는 빛의 양이 비례적으로 줄어드는 것처럼 보입니다. 그러나 두 변수 사이의 관계는 반대이며 대수적입니다. 이것은 다음의 식으로 나타납니다.

$$A = \log(1/T)$$

앞의 두 개의 방정식을 조합하면 아래의 수식을 얻을 수 있습니다.

$$A = \epsilon bC$$

사실 이 공식은 용액에 흡수되는 빛의 양은 용질의 흡수 능력, 빛이 용액을 통해 이동한 거리, 용액의 농도에 따라 다르다는 것을 말해줍니다. 상수 세포의 너비를 가진 큐벳에 담긴 용액에 대해 ε와 b는 상수일 것이라고 가정할 수 있으며, 따라서 다음과 같은 방정식이 성립됩니다.

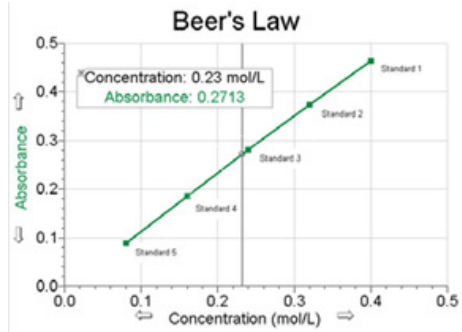
$$A = k \cdot C \text{ (비어의 법칙)}$$

k는 비례상수입니다. 이 방정식은 흡광도와 농도가 직접적인 관계가 있다는 것을 나타내줍니다. 또한 이 방정식은 비어의 법칙을 수학적으로 표현한 것으로 비어의 법칙은 아래에 좀 더 자세하게 다루겠습니다. 이 사용설명서와 버니어 분석 프로그램에는 투과율을 백분율 투과도로 나타냈습니다. (%T). $T = \%T / 100$ 이기 때문에 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

$$A = \log(100 / \%T) \text{ 또는 } A = 2 - \log\%T$$

* 비어의 법칙

비어의 법칙에 따르면 일반적으로 흡광도는 농도와 직접적으로 관계 됩니다. 화학·생물학의 많은 실험은 이 개념을 기본으로 합니다. 비어의 법칙 곡선을 얻기 위해 몇 가지 표준 용액을 준비하고, 색도계를 사용해 그 흡수율을 측정합니다. 그런 다음 흡광도의 농도 그래프가 그려집니다.



미지의 농도의 용액을 색도계에 넣고 그 흡광도를 측정합니다. 비어의 법칙 곡선에 이 용액의 흡광도를 삽입하면, 그 농도는 X축에 나타납니다. 비어의 법칙 곡선의 각도를 이용해 그 농도를 구할 수 있습니다.

* 색도계 사용

사용 및 유지가 용이합니다. 센서를 인터페이스에 연결하고 프로그램을 실행하면 측정 준비가 됩니다. 최상의 결과 값을 위해 보정이나 자료 수집 전 적당한 파장에서 시스템 안정을 위해 약 5분 동안 켜놓습니다.

* 파장 선택

버니어 색도계에는 4가지 파장 옵션이 있습니다. 보라색(430nm), 파란색(470nm), 녹색(565nm), 빨간색(635nm)입니다. 화살표를 눌러 원하는 파장을 선택할 수 있습니다. 선택 방법은 다양합니다.

- 용액의 색 확인 : 용액의 색은 그 용액을 통과하는 빛의 색이라는 것을 주지하십시오. 그냥 투과하는 빛 보다는 흡수되는 다른 색의 빛을 사용하는 것이 좋습니다. 예를 들어 파란색 황산구리(CuSo4, copper sulfate) 용액일 경우 적색 LED를 사용하십시오.
- 흡광도 확인 : 미지의 용액이 든 큐벳을 색도계에 설치 후 어떤 파장이 가장 높은 흡광도를 나타내는지 확인합니다.
- 색도계를 이용한 대부분의 실험에서는 특정 파장을 권장하며 그 권장 파장과 가장 가까운 파장을 선택합니다. LED 파장이 다소 다르더라도 일반적으로 비어의 법칙 곡선은 권장 파장의 근처에서 얻을 수 있습니다.

* 색도계의 흡광도와 투과도의 범위

이상적인 결과를 위해 색도계의 흡광도나 투과도 값은 다음 범위에 들어야 합니다.

* 백분율 투과도 : 10% ~ 90% * 흡광도 : 0.05 ~ 1.0

비어의 법칙 실험결과는 흡광도가 1.0(백분율 투과도 수치가 10%) 이상시 직선을 나타내는 성향을 잃을 수 있으므로 매우 적은 양의 빛을 투과시키는 용액인 경우 농도를 묽게 하여 위 범위에 해당하게 조절하십시오.

* 연결 방법

버니어코리아의 모든 인터페이스(랩퀘스트, 랩프로, 고!링크)와 연결해 사용할 수 있습니다.

다음과 같이 센서와 컴퓨터를 연결해 사용하십시오.

1. 센서를 인터페이스의 아날로그 채널에 연 후 컴퓨터에서 분석 프로그램 Logger Pro 3를 실행합니다.
2. Logger Pro 3 분석프로그램은 자동으로 센서를 인식하며 보정값을 불러 옵니다.
3. 보정 전 약 5분정도 기다려 시스템을 안정시키십시오. 전원이 공급되면 4가지 녹색 파장 지시기 중 하나에 불이 켜집니다.
4. 센서 보정
 - 1) 화살표를 눌러 적절한 파장을 선택합니다. (430, 470, 565, 635nm)
 - 2) 센서 뚜껑을 엽니다.
 - 3) 증류수가 담겨있는 큐벳을 삽입합니다. (100% 투과도나 0% 흡광도)
 - * 주의 : 큐벳의 부드러운 면이 홈 뒷면의 화살표를 향하고, 결이 난 면이 좌우를 향하도록 색도계에 큐벳을 넣어야 합니다.
 - 4) 빨간 LED 표시가 깜빡이기 시작하면 CAL 버튼을 누릅니다. 흡광도는 0.000 혹은 0.001이 되어 합니다.
 - 5) LED가 깜빡이는 것을 멈추면 보정이 끝난 것입니다. 이제 자료를 수집할 준비가 된 것입니다.
 - * 주의 : 다른 오래된 색도계와 달리 이 모델은 자료 수집을 위해 특별한 보정이 필요 없습니다.
5. 자료 수집
 - 1) 자료 수집에는 두 가지 모드가 있습니다.
 - 흡광도 vs 농도 (비어의 법칙) - 수동보관 모드로 데이터를 수집하려면 다른 Logger Pro 색도계 파일을 열어 사용할 수 있습니다.
 - 흡광도 vs 시간 - 별도의 설정 없이 분석 프로그램이 색도계를 자동 인식하면 이 모드로 자료를 수집할 수 있습니다.
 - 2) 샘플을 큐벳 홈에 올려놓습니다. 주의 : 큐벳의 부드러운 면이 홈 뒷면의 화살표를 향하고, 결이 난 면이 좌우를 향하도록 색도계에 큐벳을 넣어야 합니다.
 - 3) 자료 수집을 시작합니다. 분석 프로그램에서 '수집'이나 '시작' 버튼을 누릅니다.
 - 흡광도 vs 농도 실험에서는 흡광도 수치를 저장하고 표준 용액의 농도를 입력합니다. 이 과정을 반복합니다.
 - 흡광도 vs 시간 실험에서는 분석 프로그램에서 설정한 수집시간 동안 실시간으로 자료를 수집합니다.
 - 4) Stop 버튼을 선택하거나 미리 설정된 시간이 지나면 자료 수집이 종료됩니다.
 - 5) 자료 수집이 끝나면 수집된 자료를 분석하기 위해 몇 가지 기능을 사용합니다. 예를 들면 흡광도 vs 농도(비어의 법칙) 실험에서 자료에 대한 추세선을 확인할 수 있고 결과로 나온 직선을 따라 보간하여 미지의 농도를 결정할 수도 있습니다.

* 큐벳과 색도계 사용

버니어 색도계는 폴리스틸렌 큐벳을 사용하고 있습니다. 15개의 큐벳과 뚜껑이 제품에 포함되어 있습니다. 큐벳의 용량은 약 4mL입니다. 큐벳의 양쪽은 잘 깨어지지 않게 강화처리 되어 있고 LED 빛은 투과되지 않습니다. 부드러운 두 표면은 빛이 투과되도록 고안되어 있습니다.

큐벳의 부드러운 면이 홈 뒷면의 화살표를 향하고, 결이 난 면이 좌우를 향하도록 색도계에 큐벳을 넣어야 합니다. LED 빛은 큐벳을 통해 홈 아래의 감지기로 이동하게 됩니다.

대부분의 스펙트로포토미터(spectrophotometer) 샘플 튜브처럼 플라스틱 큐벳이 흡수하는 빛의 양은 조금씩 다릅니다. 일반적인 실험은 그 차이가 결과에 영향을 미치지 않습니다. 그러나 최상의 실험결과를 얻기 위해 특정 실험에 동일한 큐벳을 사용하거나 큐벳 세트를 만들어 실험에 사용합니다. 가장 쉽고 믿을만한 방법은 첫 번째 방법입니다. 만약 비어의 법칙 실험을 다섯 번 한다면 각 실험마다 다섯 개의 표준 용액을 같은 큐벳에 넣어 사용합니다. 이 경우 매번 실험이 끝나면 큐벳을 몇 번씩 세척하여 깨끗하게 유지 합니다. 이 방법은 시간이 덜 들고 오차를 줄여주며, 큐벳에 스크래치가 안 생기게 합니다. 100% 보정법을 이용하면 스크래치에 의한 영향을 줄일 수 있습니다.

매칭된 큐벳은 거의 같은 수준의 빛을 흡수하게 도와줍니다. 만약 비슷한 수준의 흡수를 하는 5~6 개의 큐벳을 가지고 있다면 큐벳을 건조시키거나 세척할 필요 없이 샘플 용액을 각각 다른 큐벳에 담을 수 있습니다.

15개 큐벳에 맞는 뚜껑이 제품에 포함되어 있습니다. 색도계에 큐벳을 넣은 경우 뚜껑이 필요할 수도 있고, 필요 없을 수도 있습니다. 뚜껑의 목적은 실험이 며칠 동안 계속되는 경우 용액의 기화를 막기 위한 것입니다. 큐벳 100개를 추가 구입하면 뚜껑 20개가 들어있습니다. 큐벳 하나당 뚜껑 하나가 필요하지는 않습니다.

* 제품 사양

Colorimeter range: 0 to 3 (absorbance)

Useful Range: 0.05 to 1.0 absorbance (90% to 10% T)

Wavelengths: 430 nm, 470 nm, 565 nm, 635 nm

13-bit resolution(SensorDAQ): 0.018 %T

12-bit resolution (LabQuest, LabPro, ULI II, SBI): 0.035 %T

10-bit resolution (CBL 2): 0.14%T

Supply voltage: 5VDC ±25 mV

Supply current (typical): 40 mA

Power up time: 700 ms (maximum)

Output voltage range: 0- V

Transfer function: $V_{out} = 0.035 * (%T) + 0$

Stored Calibration Values: Slope: 28.571

Intercept: 0

주의

이 제품을 포함한 버니어의 모든 제품은 교육용으로 제작되었습니다. 따라서 산업, 의료 또는 연구용으로 사용하기에는 부적합할 수 있습니다.



☎ 02-929-1110 📠 FAX. 02-929-0966 📧 info@koreasci.com

🛒 www.koreasci.com (한국과학 공식 카페 : cafe.naver.com/mbclub)

🏠 서울 강서구 양천로 400-12 더리브골드타워 1110호