

광DO 센서 Optical DO Probe

Order Code ODO-BTA



용액의 용존 산소 농도를 측정하는 센서로 빛의 발광을 기반으로 한 광학 산소 센서입니다. 이 기술로 센서 사용 전 보정이 필요 없으며 산소를 소모하지 않기 때문에 측정 시 저어 가며 측정을 할 필요가 없습니다. 용존 산소 레벨의 변화는 다양한 실험과 수중 환경 품질의 1차 지표 중 하나로 사용됩니다. 본체부분은 방수이며 마이크로SD카드가 포함된 박스는 변형 방지의 끝부분 까지 최대 1.6m 물속에 잠길 수 있습니다. 마이크로SD 카드가 포함된 부분은 방수가 되지 않습니다. 다음의 목적으로 사용이 가능합니다.

- 식물과 동물 종이 섞인 수중에서의 용존 산소 농도 관찰
- 수중 식물의 광합성과 호흡 결과 나타나는 용존 산소 농도의 변화 측정
- 동식물 생태를 지탱하는 물에 대한 평가를 위해 냇가나 호수에서 용존 산소 농도 측정

* 데이터 수집

증류수로 센서 끝부분을 헹구고 가볍게 닦아냅니다. 측정하고자 하는 샘플에 센서를 넣습니다. 센서 앞부분의 금속 점 부위가 충분히 잠겨야 온도보정이 됩니다. 온도가 15°C이하이거나 30°C이상일 때는 안정적인 값이 나오기 위해 온도 보정에 더 많은 시간이 요구됩니다.

광 DO 센서는 오랜시간 동안 물속에서 잠길 수 있도록 제작 되었습니다. 센서의 본체와 케이블은 방수이며 마이크로 SD 카드의 방수가 되지 않습니다. 밀봉된 본체가 파손 되면 용액이 스며들어 제품고장의 원인이 될 수 있습니다.

* 주의 : 이 센서는 수중 용액에만 사용되어야 합니다. 글리세린, 에틸렌, 글리콜, 알코올과 같은 점성이 있는 용액, 유기 용액에서 사용을 금합니다. 펜탄 혹은 헥산 같은 아세톤이나 비극성 용매에서도 사용을 금합니다.

* 단위 선택(mg/L 혹은 %)

mg/L는 용존 산소 농도를 물의 리터 당 용해된 산소 기체를 밀리그램으로 표현한 절대적인 측정값입니다. 물 속 산소의 용해도는 압력, 염분, 온도에 좌우됩니다. 다양한 온도와 압력의 최대 허용치는 뒷장의 도표에서 확인 할 수 있습니다. 염분은 무시 할 수 있는 요소입니다.

0°C의 표준 대기압에서 산소가 포화된 물은 14.57 mg/L의 값이지만 25°C일 때에는 8.36 mg/L의 값을 가집니다. 이 두 가지 조건 모두 100% 포화를 나타내지만 차가운 물은 높은 온도에서의 물 보다 더 많은 산소를 가질 수 있습니다.

* 포화율(%)

% 단위는 물이 보유 할 수 있는 최대 산소 양의 퍼센트로서 표현되는 용존 산소 농도에서의 상대적인 측정값입니다.

포화율은 다음 방정식으로 표현이 됩니다.

포화율(%) = 실제적인 DO 값 / 포화된 DO 값 * 100 (mg/L)

표준 대기압 25°C에서 100% 포화는 물에서 용해된 산소가 8.36 mg/L인 것을 가리킵니다. 만약 같은 물의 샘플에서 4.18 mg/L의 농도라면 물은 잠재적으로 산소가 가질 수 있는 양의 반만을 가지고 있기에 50%가량만 포화된 것입니다.

*** 선택성 보정 과정**

광 DO 센서를 사용 할 때 새로운 보정 작업은 필요하지 않습니다. 센서는 출고 시 이미 저장된 보정 값으로 세팅이 되어 있습니다. 보정이 필요하다면 포화된 DO 값을 사용하여 one-point 보정을 완료합니다.

주의 : 이 보정 방식을 다른 버니어 센서에서 하는 two-point보정과는 다릅니다.

단위 변경 스위치를 mg/L 혹은 %로 위치시킵니다.

*** 컴퓨터를 통한 광DO센서의 보정**

1. Logger Pro 소프트웨어를 실행시킨 후 메뉴에서 실험을 선택한 후 보정을 클릭합니다.
2. One-Point보정을 체크하고 지금보정 버튼을 클릭합니다.
3. 증류수를 저장 용기의 스펀지 위에까지 채웁니다. 센서의 끝부분이 물에 닿지 않을 정도로 센서를 보관병에 삽입시킵니다. 최소 60초의 시간동안 둡니다.
4. 표시된 전압 값이 일정해 질 때 정확한 포화된 용존 산소 값을 입력시킵니다. 뒷장의 표를 참조하여 mg/L의 단위로 현재 대기압에 맞는 값을 입력합니다. 만약 대기압을 모를 때에는 두 번째 표를 참조하여 고도에 따른 대기압을 참조하여 입력 시킵니다. 만약 단위를 %로 했다면 100을 입력하십시오.
5. 저장을 누른 후 완료를 눌러 종료합니다.

*** 랩퀘스트2를 이용한 광 DO 센서의 보정**

1. 센서 메뉴에서 보정을 선택합니다.
2. One-Point 보정을 체크한 상태로 보정 버튼을 누릅니다. 지금 보정을 클릭합니다.
3. 저장용기의 스펀지의 위에 까지 증류수를 채웁니다. 센서 끝이 물이나 스펀지에 닿지 않을 정도로 삽입하여 최소 60초의 동안 놔둡니다.
4. 전압 값이 안정적으로 표시될 때 정확한 포화된 용존산소 값을 입력합니다. 측정 단위가 mg/L일 때, 뒷장의 표에서 현재 대기압과 공기 온도에 따른 값을 입력합니다. 현재 공기압을 알 수 없다면 고도에 따른 대기압 표를 참고하여 값을 입력합니다. 만약 측정단위가 %이면 100을 입력하십시오.
5. 보관을 클릭 후 완료를 누르십시오.

*** 보관과 유지**

광 DO 센서 사용 후에는 증류수로 행군 후 종이타월이나 실험용 화장지로 물기를 제거하여 줍니다. 축축한 스펀지가 들어 있는 보관용기에 센서를 끼워 넣습니다.

센서의 끝부분은 광 DO센서 캡이라 불리는 교체형 캡입니다. 이 캡은 구매 후 12개월 동안 보증이 됩니다. 물론 보증 기간 이상으로 사용은 가능합니다. 감소된 반응을 느꼈을 때에는 캡을 교환하시기 바랍니다. 캡의 사용기간을 확장하기 위해 햇빛에 장시간 노출을 피하시기 바랍니다.

* 자동 온도 보정

광 DO 센서는 서미스터가 내장되어 자동으로 온도를 보정을 해줍니다. 서미스터의 온도 출력은 캡을 통과한 산소의 확산 속도 변화와 다른 온도에서 재보정 할 필요가 없게 하는 산소 용해도를 자동으로 보정해주는데 사용됩니다.

예를 들어 산소로 포화된 물의 샘플에서 용해된 산소의 농도는 100%로 표시가 될 것입니다. 하지만 용해된 산소 농도가 mg/L로 표시가 된다면 온도와 함께 변하는 산소의 용해도 때문에 그 수치 또한 변하게 됩니다. 예를 들어 포화률이 100인 두 종류의 물은 15°C에서 10.15 mg/L가 용해 될 수 있다면 30°C에서는 7.67 mg/L가 용해 될 수 있습니다.

* 기압 보정

센서에 내장된 기압 센서가 자동적으로 압력을 보정해줍니다. 이 기압 센서의 압력 출력이 캡을 통과한 산소의 확산속도와 다른 압력에서의 재보정이 필요 없게 하는 산소용해도를 자동적으로 보정하기 위해 사용됩니다.

* 고도와 기압

지역 기압 측정 시 해수면에 보정된 기압 값이 아닌 정확한 기압을 사용해야 합니다. 관측소 기압이 측정자의 실제적인 기압입니다. 이것은 사용자의 교실에서 읽혀지는 수은 기압계의 압력입니다. 해면 기압은 관측소 기압이 해수면에 동등하게 조절된 후입니다. 비행장과 텔레비전에서는 관측소기압보다는 해면 기압을 보고합니다. 이것은 날씨 예보를 위한 방정식에서 고도를 뺀 것입니다. 지역 기압을 계산하기 위한 근삿값 공식은 아래와 같습니다. BP는 Barometric Pressure 이며 단위는 mmHg입니다.

$$\text{정확한 BP} = [\text{수집된 BP}] - [2.5 \times (\text{해수면 위 지역고도})/100]$$

만약 기압을 측정하는 센서가 없다면 뒷장의 표를 보고 높이에 따른 기압 값을 얻으십시오. 그 값들은 해수면 760 mmHg의 기압 값을 기반으로 계산한 것입니다.

*해수 혹은 하구에서의 측정(염분이 1000mg/L 일 때에만 요구)

다양한 염도 값의 산소로 포화된 물에서 용존산소의 농도는 아래의 식과 같습니다.

$$DO(\text{salt}) = DO - (k \times S)$$

- DO(salt)는 소금물 속 용존산소 농도입니다.
- DO는 뒷장의 표에서 얻은 산소가 포화된 증류수의 용존산소농도입니다.
- S는 염도 값입니다. 단위는 ppt. 염도 값은 염화이온 선택성 센서, 전도도 센서, 염도 센서를 통해 얻습니다.
- k는 상수입니다. 온도에 따른 k 값은 아래 표를 참조해 주시기 바랍니다.

Temp (°C)	Constant, k						
1	0.08796	8	0.06916	15	0.05602	22	0.04754
2	0.08485	9	0.06697	16	0.05456	23	0.04662
3	0.08184	10	0.06478	17	0.05328	24	0.04580
4	0.07911	11	0.06286	18	0.05201	25	0.04498
5	0.07646	12	0.06104	19	0.05073	26	0.04425
6	0.07391	13	0.05931	20	0.04964	27	0.04361
7	0.07135	14	0.05757	21	0.04854	28	0.04296

* 사양

범위	
mg/L	0~20mg/L
%	0~100%
정확도	
mg/L	±0.2mg/L(10mg/L이하 일 때)
	±0.4mg/L(10mg/L이상 일 때)
%	±2%
보정 리셋을 통한 정확도	
mg/L	±0.1mg/L(10mg/L이하 일 때)
	±0.2mg/L(10mg/L이상 일 때)
%	±1%
분해능	
13-bit(센서 DAQ)	0.003 mg/L
12-bit(랩프로, 랩퀘스트, 랩퀘스트2, 랩퀘스트미니)	0.006 mg/L
반응 시간	40초 안에 마지막 값의 90%
온도 보정	0~50°C 자동
기압 보정	228~1519 mmHg 자동
염도 보정	보정 동안 수동
저장된 보정 값(mg/L)	
slope(기울기)	4.444
intercept(절편)	-0.4444
저장된 보정 값(%)	
slope(기울기)	22.222
intercept(절편)	-2.2222

* 광 DO 센서 교체 캡

광DO센서 교체 캡의 보증기간은 구매 후 12개월입니다. 12개월 이상 사용할 수 있으며, 반응이 감소된 것을 느끼셨다면 캡을 교체해야 될 시기입니다.

캡은 공장에서 보정이 되며 보정 코드가 각 각의 캡 별로 입력이 되어 있습니다. 교체 캡은 보정 코드가 담긴 마이크로SD카드와 제공되며 이것을 삽입 시켜야 합니다.

* 교체와 보정 리셋 시,

1. 공장 기본 세팅 복원
 - a. 광 DO감지기를 연결 후 Logger Pro를 실행합니다.
 - b. 메뉴에서 실험을 클릭 후 보정을 클릭합니다.
 - c. 저장소를 선택합니다.
 - d. 기본 값을 누른 후 완료를 누릅니다.

2. 캡 교체

- 광 DO 센서를 인터페이스에서 해제합니다.
- 마이크로SD카드가 들어있는 박스의 나사를 풀고 카드를 빼냅니다.
- 새로운 마이크로SD카드를 삽입 후 덮개를 덮고 나사를 돌려 끼웁니다.
- 광 DO 센서의 캡을 돌려 새로운 캡으로 교체 합니다.

3. 보정 리셋

- 스위치를 %로 합니다.
- 광 DO 센서를 인터페이스에 연결 후 Logger Pro를 실행합니다.
- 보관용기에 스펀지의 윗부분 까지 증류수를 채웁니다.
- 물이나 스펀지가 닿지 않게 용기에 센서를 넣습니다. 그 후 60초를 기다립니다.
- 끝이 뾰족한 물체를 이용해 SD카드박스아래에 있는 리셋 버튼을 3초간 누릅니다.
- 값은 0%가 될 겁니다.
- 100%로 바뀔 때까지 기다립니다. 60초가량 걸릴 것입니다.
- 100%에 도달 했을 때 30초를 더 기다려 리셋과정이 끝나도록 합니다.
이 대기 시간은 리셋 정보가 저장이 되는데 중요합니다.
- 이제 센서를 사용하셔도 됩니다.

메탈 가드

액세서리인 메탈 가드는 센서의 캡 부분을 보호 하고 물속에 가라앉도록 무게감을 실어 줍니다.

야외에서 측정 시 손상을 보호하며 좋은 조건을 유지시켜줍니다.



작동원리

캡을 통과하는 산소에 의한 발광단의 가역형광소광 원리로 작동합니다. 캡은 보호를 위한 망에 감싸여진 발광 화합물로 덮여 있습니다. 캡을 투과한 LED의 파란색 불빛은 발광단을 흥분상태로 만듭니다.

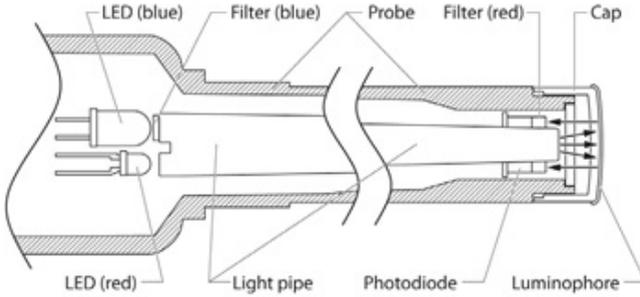
전기적 흥분상태의 발광단을 가진 산소 분자의 충돌은 발광단에서 산소까지 에너지 이동을 가져옵니다. 발광단이 안정이 되면 적색 불빛을 방출 합니다. 파란색 불빛이 투과 될 때부터 적색 불빛이 발광 할 때까지의 시간은 포토타이오드에 의해 측정됩니다. 더 많은 산소가 있을수록 적색 불빛이 발광하는데 걸리는 시간은 짧아집니다.

이 시간은 산소 농도와 상관관계를 보여줍니다. 파란색 불빛이 반짝이는 사이 적색 불빛이 반짝이며 측정을 입증하는데 도움을 주는 내부기준으로 사용합니다. 이 과정은 Stern-Volmer 방정식에 의해 표현됩니다.

$$\tau_0 / \tau = 1 + K_{SV} [DO]$$

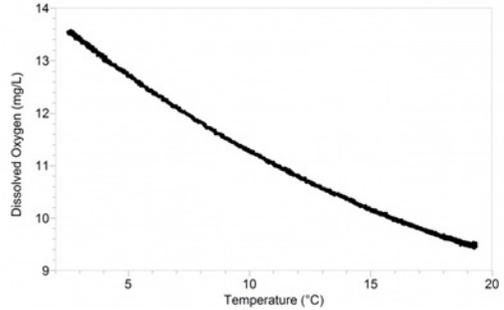
τ_0 , τ 는 산소의 없을 때와 있을 때의 발광단 시간
[DO]는 용존산소 농도
 K_{SV} 는 Stern-Volmer 소멸 상수

이 상수는 산소의 확산 속도, 산소의 용해도, 발광단의 전기적 흥분 상태의 자연 수명을 위한 속도 상수에 따라 직접적으로 결정됩니다. 시간 측정은 바래지거나 광분해와 같은 착물(complex)의 손실을 가져오는 과정에 의해 대체적으로 영향을 받지 않기 때문에 세기 측정보다 유리합니다.



* 용존산소에 대한 사전 지식

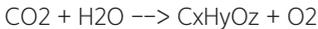
용존 산소는 좋은 물의 필수적인 물질입니다. 다양한 수중 유기체는 생존을 위해 다양한 레벨의 용존 산소를 요구합니다. 송어는 높은 레벨의 용존 산소를 요구하는 반면에 잉어와 메기 같은 어종은 낮은 레벨의 용존 산소 물에서 생존 할 수 있습니다. 높은 레벨의 용존 산소를 가진 물은 일반적으로 많은 다양한 종류의 수중 생태계를 유지 할 수 있습니다.



물 속 용존 산소의 레벨에 영향을 끼치는 많은 요소들이 있습니다. 호수의 파도

혹은 빠른 속도로 이동하는 물에서 나오는 난류는 대기에 노출이 되는 물의 양을 증가시켜 용존 산소가 증가하게 됩니다. 물 온도는 용존 산소에 영향을 끼치는 또 다른 요소입니다. 다른 기체와 같이 용존 산소의 포화된 레벨은 찬 물보다 따뜻한 물에서 더 적습니다.

광합성 주기 또한 수중 환경의 용존 산소 레벨에 큰 영향을 가지고 있습니다. 수중 식물과 광합성을 하는 미생물은 산소 기체를 발생하며 이것은 광합성을 통해 낮 시간 동안 생성이 됩니다.



오후에 용존 산소 레벨은 광합성이 발생함에 따라 증가하게 됩니다. 태양이 지고 광합성은 감소하여 식물성과 동물성의 미생물들은 호흡하기 시작합니다. 밤부터 다음날 아침을 거치며 호흡의 결과 용존 산소는 감소하게 됩니다.



수중의 동식물성 생태의 많은 양과 종류는 광합성과 호흡 주기가 발생하는 정도에 영향을 끼칩니다.

펄프 제재, 식품 가공 식물, 정수처리장과 같은 인공 자원에서 나오는 폐기물은 유기물의 레벨을 하천과 호수의 용존 산소 레벨보다 낮추는 결과를 초래합니다. 이러한 폐기물의 산화는 산소를 격감시키며 때로는 난류 혹은 광합성이 대체 할 수 있는 속도보다 더 빠를 수 있습니다. 그러므로 용존 산소의 농도를 측정하는 센서를 사용하는 것은 생태계의 안정성을 알 수 있는 중요한 방법입니다.

* 다양한 온도와 압력 값에서 용존 산소(mg/L)

	690 mm	680 mm	670 mm	660 mm	650 mm	600 mm	550 mm	500 mm
0°C	13.23	13.04	12.84	12.65	12.46	11.53	10.57	9.62
1°C	12.88	12.70	12.51	12.32	12.14	11.21	10.27	9.34
2°C	12.55	12.37	12.19	12.01	11.82	10.90	9.98	9.08
3°C	12.23	12.05	11.88	11.70	11.52	10.60	9.71	8.84
4°C	11.92	11.75	11.58	11.40	11.23	10.32	9.46	8.60
5°C	11.63	11.46	11.29	11.12	10.95	10.06	9.21	8.38
6°C	11.34	11.18	11.01	10.85	10.68	9.81	8.98	8.17
7°C	11.07	10.91	10.75	10.59	10.42	9.56	8.76	7.97
8°C	10.80	10.65	10.49	10.33	10.18	9.33	8.54	7.78
9°C	10.55	10.39	10.24	10.09	9.94	9.11	8.34	7.59
10°C	10.30	10.15	10.00	9.86	9.71	8.90	8.15	7.41
11°C	10.07	9.92	9.78	9.63	9.48	8.70	7.96	7.24
12°C	9.84	9.70	9.56	9.41	9.27	8.50	7.78	7.08
13°C	9.63	9.49	9.35	9.21	9.07	8.32	7.61	6.92
14°C	9.42	9.28	9.14	9.01	8.87	8.14	7.44	6.77
15°C	9.22	9.08	8.95	8.82	8.68	7.96	7.28	6.62
16°C	9.02	8.89	8.76	8.63	8.50	7.80	7.13	6.48
17°C	8.84	8.71	8.58	8.45	8.33	7.63	6.98	6.34
18°C	8.66	8.54	8.41	8.28	8.16	7.48	6.84	6.21
19°C	8.49	8.37	8.24	8.12	8.00	7.33	6.70	6.08
20°C	8.33	8.20	8.08	7.96	7.84	7.18	6.56	5.96
21°C	8.17	8.05	7.93	7.81	7.69	7.04	6.43	5.84
22°C	8.01	7.90	7.78	7.67	7.55	6.90	6.31	5.72
23°C	7.87	7.75	7.64	7.52	7.41	6.77	6.18	5.61
24°C	7.72	7.61	7.50	7.39	7.28	6.64	6.06	5.50
25°C	7.59	7.48	7.37	7.26	7.15	6.51	5.95	5.39
26°C	7.45	7.35	7.24	7.13	7.02	6.39	5.83	5.29
27°C	7.33	7.22	7.11	7.01	6.90	6.27	5.72	5.19
28°C	7.20	7.10	6.99	6.89	6.78	6.15	5.61	5.09
29°C	7.08	6.98	6.87	6.77	6.67	6.04	5.51	4.99
30°C	6.96	6.86	6.76	6.66	6.56	5.95	5.42	4.91
31°C	6.85	6.75	6.65	6.55	6.45	5.85	5.34	4.83
32°C	6.73	6.63	6.54	6.44	6.34	5.76	5.25	4.75
33°C	6.62	6.53	6.43	6.33	6.24	5.67	5.17	4.67
34°C	6.51	6.42	6.32	6.23	6.13	5.58	5.08	4.59
35°C	6.40	6.31	6.22	6.13	6.03	5.49	5.00	4.52

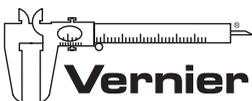
	770 mm	760 mm	750 mm	740 mm	730 mm	720 mm	710 mm	700 mm
0°C	14.76	14.57	14.38	14.19	13.99	13.80	13.61	13.42
1°C	14.38	14.19	14.00	13.82	13.63	13.44	13.26	13.07
2°C	14.01	13.82	13.64	13.46	13.28	13.10	12.92	12.73
3°C	13.65	13.47	13.29	13.12	12.94	12.76	12.59	12.41
4°C	13.31	13.13	12.96	12.79	12.61	12.44	12.27	12.10
5°C	12.97	12.81	12.64	12.47	12.30	12.13	11.96	11.80
6°C	12.66	12.49	12.33	12.16	12.00	11.83	11.67	11.51
7°C	12.35	12.19	12.03	11.87	11.71	11.55	11.39	11.23
8°C	12.05	11.90	11.74	11.58	11.43	11.27	11.11	10.96
9°C	11.77	11.62	11.46	11.31	11.16	11.01	10.85	10.70
10°C	11.50	11.35	11.20	11.05	10.90	10.75	10.60	10.45
11°C	11.24	11.09	10.94	10.80	10.65	10.51	10.36	10.21
12°C	10.98	10.84	10.70	10.56	10.41	10.27	10.13	9.99
13°C	10.74	10.60	10.46	10.32	10.18	10.04	9.90	9.77
14°C	10.51	10.37	10.24	10.10	9.96	9.83	9.69	9.55
15°C	10.29	10.15	10.02	9.88	9.75	9.62	9.48	9.35
16°C	10.07	9.94	9.81	9.68	9.55	9.42	9.29	9.15
17°C	9.86	9.74	9.61	9.48	9.35	9.22	9.10	8.97
18°C	9.67	9.54	9.41	9.29	9.16	9.04	8.91	8.79
19°C	9.47	9.35	9.23	9.11	8.98	8.86	8.74	8.61
20°C	9.29	9.17	9.05	8.93	8.81	8.69	8.57	8.45
21°C	9.11	9.00	8.88	8.76	8.64	8.52	8.40	8.28
22°C	8.94	8.83	8.71	8.59	8.48	8.36	8.25	8.13
23°C	8.78	8.66	8.55	8.44	8.32	8.21	8.09	7.98
24°C	8.62	8.51	8.40	8.28	8.17	8.06	7.95	7.84
25°C	8.47	8.36	8.25	8.14	8.03	7.92	7.81	7.70
26°C	8.32	8.21	8.10	7.99	7.89	7.78	7.67	7.56
27°C	8.17	8.07	7.96	7.86	7.75	7.64	7.54	7.43
28°C	8.04	7.93	7.83	7.72	7.62	7.51	7.41	7.30
29°C	7.90	7.80	7.69	7.59	7.49	7.39	7.28	7.18
30°C	7.77	7.67	7.57	7.47	7.36	7.26	7.16	7.06
31°C	7.64	7.54	7.44	7.34	7.24	7.14	7.04	6.94
32°C	7.51	7.42	7.32	7.22	7.12	7.03	6.93	6.83
33°C	7.39	7.29	7.20	7.10	7.01	6.91	6.81	6.72
34°C	7.27	7.17	7.08	6.98	6.89	6.80	6.70	6.61
35°C	7.15	7.05	6.96	6.87	6.78	6.68	6.59	6.50

*** 다른 고도에 따른 대략적인 대기압**

Elevation (feet)	Pressure (mmHg)						
0	760	2000	708	4000	659	6000	609
250	753	2250	702	4250	653	7000	586
500	746	2500	695	4500	647	8000	564
750	739	2750	689	4750	641	9000	543
1000	733	3000	683	5000	635	10000	522
1250	727	3250	677	5250	629	15000	429
1500	720	3500	671	5500	624	20000	349
1750	714	3750	665	5750	618	25000	282

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