

pH 필수 가이드



pH를
측정하는
방법에 대한
실용적인 설명

실험실
환경

시작부터 올바른 pH 측정을 위한
필수 가이드 북

METTLER TOLEDO

목차

1. pH란 무엇일까요?	3
2. pH는 어디에서 왜 측정할까요?	4
3. pH 측정 유형	6
4. pH 측정을 위한 필수 사항	7
5. 단계별 pH 측정 가이드	9
6. 정확하게 pH를 측정하기 위한 방법	13
7. pH 측정을 위한 문제 해결 가이드	15
8. 그 외 정보	16
9. 용어집	17

소개

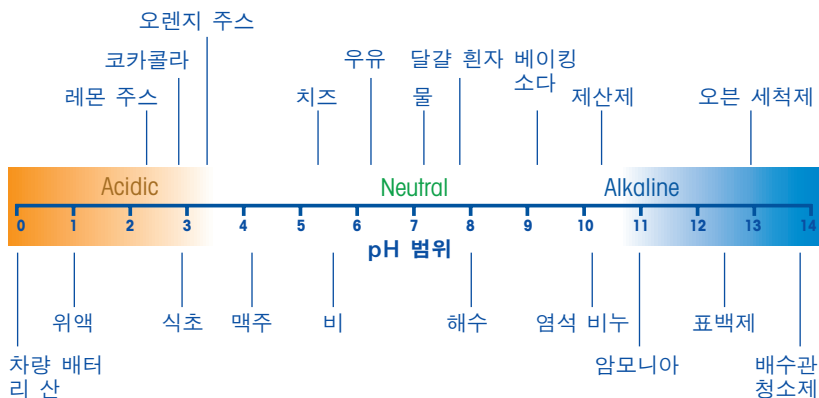
본 가이드는 올바른 pH 측정을 위한 입문서입니다. pH 측정에 대한 이해를 돕기 위하여 기본적인 지식을 제공합니다. pH 측정을 위한 필수 구성들을 설명하고 pH 측정 방법에 대한 단계별 가이드를 제공합니다. 마지막으로, pH 측정을 위한 문제 해결 가이드 및 실용적인 팁과 힌트도 제공합니다.

1. pH란 무엇일까요?

아마 pH라는 단어 또는 산성 또는 알칼리성이라는 용어는 이미 들어보셨을 겁니다. 그렇다면 pH란 정확히 무엇일까요? 그리고 왜 식초와 같은 액체를 산성으로 분류할까요?

pH는 수용액의 화학적 성질이며 산도와 알칼리도를 나타냅니다. pH 값의 범위는 0부터 14이며 pH 값이 0에서 7까지는 산성, 7부터 14까지는 알칼리성, 7은 중성이라고 합니다.

산성과 알칼리성 물질의 양적인 차이는 pH 값을 측정함으로써 확인할 수 있습니다. 일상 생활에서 사용되는 물질과 화학 물질들에 대한 pH 값의 몇 가지 예가 다음 그림에 나와 있습니다.



2. pH는 어디에서 왜 측정할까요?

pH 측정은 다양한 분야에서 광범위하게 적용되는 분석 기법입니다. 다음의 예는 광범위한 어플리케이션에서 pH가 왜 중요한지와 왜 이렇게 자주 측정하여야 하는지를 설명합니다.



화장품

생산 중에 화학 반응을 모니터링하기 위해 pH가 측정되며, 이는 피부에 대한 제품의 일관성 및 적합성을 확인합니다.



제약 산업

제약 산업과 같이 규정이 엄격한 시장에서는 생산 중 pH를 측정하여 품질 및 안전 기준 준수 여부를 검증합니다.



식품 및 음료

pH 값은 맛과 외형에 영향을 미칩니다. 그러므로 생산 공정 중 여러 번 pH를 모니터링해야 합니다.



전기 도금 산업

전기 도금 산업에서는 갈바닉 구조의 상태를 검증하기 위해서 pH를 종종 측정할 필요가 있습니다.



농업

특정 pH 환경에서 생산 공정의 수율이 높아지며 이에 따라 생산비가 절감됩니다. 그러므로 pH 측정이 필수적입니다.



화학

중합 반응과 같은 화학 반응을 통제하기 위해서 플라스틱 제조 공정에서 pH 측정은 필수입니다.

또한, pH는 같은 공정의 여러 단계에서 검증될 수 있습니다. 가령, 맥주 양조의 과정에서 pH 값은 맥주의 품질 및 맛에 직접적인 영향을 줍니다.



1. 밀발

토양의 pH는 식물에 공급되는 영양소에 영향을 줍니다. 토양의 pH가 특정 범위를 벗어날 경우, 영양소의 공급이 불가능할 수 있습니다.



2. 사용되는 물

처리되는 맥아의 유형에 따라, 보다 높거나 낮은 경도의 물(물의 미네랄 함량)이 필요합니다. 그러므로, 연화를 위한 적절한 pH 수준에 도달하려면, 사용되는 물의 경도를 아는 것이 매우 중요합니다.



3. 발효

pH 값은 발효 과정 중 효소의 활동에 영향을 줍니다. 발효 과정 중 pH 측정은 공정의 문제점을 식별할 수 있습니다.



4. 완제품

마지막으로 pH는 완제품의 품질을 보증하기 위해 품질 관리 중에도 측정되어야 합니다.

3. pH 측정 유형

pH 측정 방법에는 pH 지시약을 사용하는 방법과 pH 측정기를 사용하는 두 가지의 방법이 있습니다. 많이 사용되는 두 가지 방법에 대한 비교는 아래와 같습니다.



pH 지시약

pH에 따라 색상이 바뀌는 종이 또는 용해성 화합물.

- 확립된 분석 기법
- 매우 빠름
- 매우 간단한 사용법
- 높은 정확도는 기대할 수 없음 (≥ 0.5 pH의 오류)
- 저예산에 권장됨
- 정확한 색조 판단이 어려움
- 유색 샘플에는 사용할 수 없음



pH 측정기 및 전극

pH 감응 유리 멤브레인을 통하여 전기 화학방식으로 pH 값을 측정

- 확립된 분석 기법
- 빠름
- 쉬운 작동법
- 높은 정밀성, 반복성 및 정확성 (≥ 0.05 pH의 오류)
- pH 지시약을 사용하는 방법보다 비용이 많이 듦
- pH 값이 화면에 정확히 표시됨(별도의 해석절차가 없음)
- 투명 및 유색 샘플에 모두 사용 가능

4. pH 측정을 위한 필수 사항

pH 측정을 위한 구성품들은 간단하며 올바르게 사용할 경우 신뢰할 수 있는 측정값을 얻을 수 있습니다.



1. pH 전극

현재는 측정전극과 기준전극이 결합된 복합형 pH 전극을 많이 사용하며, pH 전극을 샘플에 담그고 pH를 측정합니다. 각 어플리케이션에 적합한 pH 전극을 사용하여야 합니다.

2. pH 버퍼

pH를 측정하기 전, 최소 두 개 이상의 pH 버퍼용액을 사용하여 pH 전극을 교정합니다.

3. 샘플

이는 측정할 용액을 말하며 수용액이거나 pH 측정이 가능할 만큼의 충분한 물을 함유하고 있어야 합니다.

4. pH 측정기

pH 측정기는 측정 전극과 기준 전극과의 전위차를 pH 값으로 환산하여 나타냅니다.



pH 전극은 실제로 pH를 측정하는 역할을 하기 때문에 정확한 pH값을 측정하는데 매우 중요합니다. 어플리케이션에 따라 사용되는 다양한 pH 전극들이 있습니다. 각 어플리케이션에 적합한 접촉부, 전해질, 멤브레인 유리의 형태와 타입, 샤프트 재질 등 여러가지의 사항들을 고려하여 pH 전극을 선택하여야 합니다. pH 전극은 다음과 같이 구성되어 있습니다.

1. SafeLock™

전해질용액 충전이 가능한 센서에만 사용: 보관 및 운반시 내부의 전해질 용액이 증발되거나 누출되지 않도록 방지합니다. 측정시에는 홀을 열어두어야 합니다.

2. 샤프트 재질

전극의 내구성은 각 어플리케이션에 적합한 샤프트 재질에 따라 달라집니다. 유리는 화학물에 내성이 강하며 고온에서 측정이 가능합니다. 파손이 되지 않는 견고한 전극을 원할 경우 플라스틱 재질의 전극을 선택합니다.

3. 기준 전해질

액체 전해질을 사용하는 전극은 보다 빠른 측정이 가능합니다. 폴리머 또는 겔 전해질 전극은 충진이 불가하며 별도의 유지보수가 필요 없습니다.

4. 기준 시스템

측정전극으로 측정된 전위와 비교할 수 있도록 안정적인 전위값을 나타냅니다.

5. 접촉부

접촉부는 기준 전해질과 샘플을 연결하는 역할을 합니다.

- 세라믹 접촉부 - 일반 어플리케이션용.
- 슬리브 접촉부 - 빠른 측정용, 오염된 샘플에 가장 적합함.
- 개방형 접촉부 - 일반 어플리케이션에서 간편한 취급을 위해 사용됨.

6. 멤브레인 유리

멤브레인은 전극에서 pH를 감지하는 부분입니다. 각 어플리케이션에 최적화된 다양한 멤브레인의 형태와 재질이 있습니다.

7. 온도 프로브

용액의 pH 값은 온도에 따라 변합니다. 따라서 pH는 반드시 온도와 함께 측정하여야 합니다. pH 전극내에 통합된 온도 프로브를 사용하거나 별도의 온도 프로브를 사용할 수도 있습니다.

8. 보호캡

유리 멤브레인의 건조를 방지함. 전극은 항상 이온이 풍부한 수용액에 보관하여야 합니다.

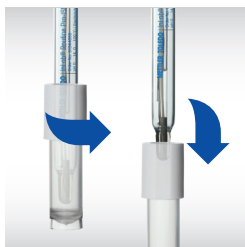
5. 단계별 pH 측정 가이드

pH 측정의 정확성은 교정에 사용된 버퍼의 정확도, 온도 보상을 사용하였는지 여부, 특정 어플리케이션에 대해 올바른 전극이 사용되었는지 같은 다양한 요소들에 의해 영향을 받게 됩니다. 주의를 기울여 측정 할 경우, ± 0.05 pH의 정확도가 달성될 수 있습니다. 이러한 단계별 가이드는 복합형 pH 전극(측정 및 기준 전극이 하나로 통합된 전극)을 사용한다는 것으로 가정합니다. 기준전극과 측정전극이 분리된 pH 전극을 사용할 경우에는 두 전극을 한번에 용액에 넣고 pH를 측정하여야 합니다. 두 전극이 pH 측정기에 잘 연결되었는지도 확인하여야 합니다.

5.1. 전극 준비



1. pH 전극 및 온도 프로브를 pH 측정기와 연결합니다.



2. pH 전극에서 보호캡을 제거합니다.



3. 기포가 있을 경우 전극을 온도계처럼 털어서 제거해 줍니다.



4. 재충진형 전극 전용: 사용 전에 재충진 구멍을 엽니다.



5. 전극 내에 전해질이 충분히 채워져 있는지 확인하고 필요한 경우 재충진합니다.



6. 증류수나 탈이온수로 전극을 헹굽니다.



7. 전극을 교정하거나 측정에 사용할 준비가 되었습니다.

5.2. 전극 교정



1. 측정기 설정에서 교정에 사용할 올바른 버퍼 그룹 또는 버퍼 값을 선택합니다.



2. pH 교정용 버퍼 용액을 비커에 충분히 붓고 pH 전극을 첫번째 버퍼 용액에 담급니다.



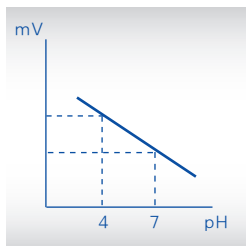
3. pH 측정기에 "CAL" 버튼을 누르고 측정이 안정화될 때까지 기다립니다.



4. 전극을 용액에서 꺼내서 증류수 또는 탈이온수로 헹굽니다.



5. 다음 버퍼 용액을 사용하여 2-4 단계를 반복하여 진행합니다.



6. 측정기에 표시된 교정 결과를 확인하고 허용할 수 있는 결과일 경우 이를 저장합니다.

5.3. 측정



1. 측정할 샘플 용액을 비커에 충분히 붓고 pH 전극을 용액에 담급니다.



2. pH 측정기에 "READ" 버튼을 누르고 측정이 안정화될 때까지 기다립니다.



3. 전극을 용액에서 꺼내서 증류수 또는 탈이온수로 행급니다.*



4. 1~3단계를 반복하여 다음 샘플을 측정합니다.

* 3단계에서 증류수로 충분히 세척이 되지 않을 경우 다음 절차를 따르세요

1. 에탄올 또는 아세톤을 사용하여 전극을 충분히 세척합니다.
(추가 정보는 www.mt.com/electrode-guide -> pH TroubleShooter를 방문하십시오).

2. 탈이온수로 다시 행급니다.

3. 몇 분간 전극을 전해질 용액에 담그고 컨디셔닝합니다.

4. 유기용매로 세척하는 단계를 거쳤을 경우에는 전극을 다시 교정하세요

5.4. 전극 보관

단기 보관 시



1. 전극을 기준 전해질 용액이나 pH 4.01 또는 pH 7.00버퍼 용액에 넣어두십시오.

장기 보관 시



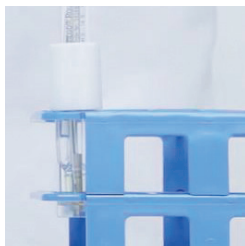
1. 재충진 구멍을 닫아둡니다.



2. 보호캡에 전해질 용액을 채웁니다.



3. 전극에 캡을 씌어둡니다. 멤브레인이 전해질 용액에 충분히 담기도록 하십시오.



4. 멤브레인을 아래로 하여 전극을 수직 상태로 보관하십시오.

6. 정확하게 pH를 측정하기 위한 방법

pH 측정은 일반적으로 매우 간단한 측정 항목으로 간주되지만 잘못된 사용방법으로 큰 오차가 발생할 수 있습니다. pH 측정값의 신뢰도를 높이기 위하여 정확한 방법으로 측정하는 것과 유지보수를 잘 하는것이 매우 중요합니다.

1. 샘플에 적합한 올바른 전극 선택

pH 전극은 실제로 pH를 측정하는 역할을 하기 때문에 정확한 pH값을 측정하는데 매우 중요합니다. 어플리케이션에 따라 적합한 전극을 선택하십시오.

3. 전극을 행구고 문질러서 닦지 마십시오

증류수로 염침전물 또는 오염물을 행구어 내고 티슈로 가볍게 눌러서 건조 시키되 절대로 문질러서 닦지 마십시오. 티슈의 거친 표면이 pH 감응 유리 멤브레인을 긁어서 손상을 주거나 정전기를 발생시켜 불안정한 상태를 유발할 수 있습니다.

5. 샘플을 교반하십시오.

pH 측정 시, 샘플을 부드럽게 교반하여 균일하게 만들어 줍니다. 교정과 측정을 동일한 조건에서 수행하는 것이 중요합니다. 전극을 사용해 교반하지 마십시오.

2. 올바른 교정 버퍼 용액 사용

교정에 사용되는 버퍼 용액은 샘플의 pH에 따라 선택되어야 합니다. 예를 들어, 샘플의 pH가 7.45로 예상되는 경우, 교정 시 pH 버퍼 용액 7.00 ~ 9.21(또는 이와 유사)을 사용해야 합니다. 최소 두개의 깨끗한 버퍼 용액을 사용하여 교정하십시오.

4. 교정 결과를 확인하십시오

전극의 교정은 현재의 전극상태에 대한 중요한 정보를 제공합니다. 교정 곡선의 기울기는 이론 값의 95%-102% 사이가 되어야 합니다. 또한 영점에서의 오프셋 값도 확인하여야 합니다. (pH 7에서 0 mV), 안정적인 상태를 유지하기 위해서 ± 30 mV를 초과해서는 안 됩니다.

6. 매일 pH 전극을 교정하세요

정기적인 교정을 통해 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있습니다. 일부 어플리케이션은 매 측정 전에 교정이 요구될 수 있지만, 일반적으로 24시간마다 한 번씩 교정하면 충분합니다.

7. 샘플 온도를 측정하십시오.

모든 샘플의 pH 값은 온도에 영향을 받으므로, 측정시 항상 온도를 측정하여야 합니다. pH 전극내에 통합된 온도 프로브를 사용하거나 별도의 온도 프로브를 사용할 수도 있습니다. 전극과 샘플의 온도가 다른 경우, 시스템이 평형을 이룰 때까지 충분한 시간을 두고 기다려야 합니다. 여러 샘플의 pH를 비교하려면, 항상 같은 온도에서 측정해야 합니다.

9. 전극을 항상 깨끗한 상태로 유지하십시오

오염된 전극을 사용하여 pH를 측정하는 것은 결과에 오차를 발생시키는 원인 중 하나입니다. 전극이 항상 깨끗하게 관리되고 있는지 확인하십시오.

8. 교정시 깨끗한 버퍼 용액을 사용합니다.

사용 전에 교정 버퍼 용액의 유효기간을 확인합니다. 버퍼 용액 병에 직접적으로 센서를 넣어서 교정하지 마십시오. 한번 사용한 버퍼 용액은 재사용하거나 병에 다시 부으면 안 됩니다. 사용 후 즉시 병을 닫고 실온에 보관하십시오.

10. 전극을 적절한 용액에 보관하십시오.

전극은 항상 이온이 풍부한 수 용액에 보관하여야 합니다. 전극을 건조한 상태로 보관하거나 증류수에 넣어서 보관하지 마십시오. 이는 pH 감응 유리 멤브레인에 영향을 끼쳐 전극의 수명이 줄어들게 됩니다. 어떤 보관 용액을 사용해야 할지 확실하지 않은 경우, 전극 매뉴얼을 참조하십시오.

7. pH 측정을 위한 문제 해결 가이드

pH를 측정하는 동안 발생하는 문제에는 측정기, 케이블, 전극, 용액 등 여러 가지 요인이 있을 수 있습니다. 문제의 증상들을 확인하는 것은 문제의 근원을 찾는 데 도움이 됩니다. 다음의 표는 증상 및 원인에 대한 정보를 제공합니다.

문제	가능한 원인
a) 표시되지 않음 또는 판독값이 범위를 벗어남 "---"	1,2,3
b) 값이 변화하지 않음	2,4
c) 느린 반응 시간	4,5
d) 교정 후 높은 오프셋 값 또는 낮은 기울기	4,6,7
e) 드리프트된 측정값	4,5
f) 측정값이 너무 높음/낮음 또는 범위를 벗어남	4,5,8,9

가능한 원인	원인	가능한 해결책
1	전원 공급 장치 고장 또는 연결이 올바르지 않음	연결 상태를 확인하거나 다른 전원 공급 장치로 시도해 보십시오.
2	케이블이 측정기 또는 센서에 연결되지 않았거나 케이블 불량	연결 상태를 확인하거나 다른 케이블을 사용해 보십시오. pH 시뮬레이터를 사용합니다
3	배터리 낮음	배터리 교체
4	전극 고장 또는 상태 불량	pH 전극 확인(전해질, 접촉부, pH 멤브레인 또는 전극 수명 확인)
5	어플리케이션에 적합하지 않은 전극	어플리케이션에 적합한 전극을 선택합니다
6	교정에 사용한 버퍼 용액의 상태가 좋지 않음	깨끗한 새 버퍼 용액 사용
7	측정기에서 설정한 버퍼 그룹과 실제 사용한 버퍼 용액이 다릅니다.	올바른 버퍼 그룹을 사용하고 있는지 확인하십시오. 다른 경우, 사용하는 버퍼에 맞는 그룹을 측정기에서 설정하십시오.
8	전극과 샘플의 온도가 다른 경우	시스템이 온도 평형을 이룰 때까지 충분한 시간을 두고 기다리십시오
9	교정 절차가 올바르게 실행되지 않음	최소 두개의 깨끗한 버퍼 용액을 사용하여 교정하십시오.

8. 그 외 정보

pH 필수 가이드는 측정에 대한 이해를 돕기 위하여 기본적인 지식을 제공합니다. 본 가이드보다 더 자세한 정보를 확인하려면 pH 이론 가이드를 참고할 것을 권장합니다.



pH 측정 가이드

30455764

▶ www.mt.com/Library

웹 세미나

메틀러 토레도는 여러 가지 주제의 웹 기반 세미나(웹 세미나)를 제공합니다. 본인이 편리한 시간과 장소에서 사용자 신청 웹세미나에 참여할 수 있습니다. 다음과 같은 pH 웹 세미나를 무료로 사용할 수 있습니다.

- pH 교정 방법
- pH 측정에 온도가 미치는 영향
- pH 측정 오류

▶ www.mt.com/webinars

Good Electrochemistry Practice (GEP)

Good Electrochemistry Practice™란, 모든 사용 단계에 있어 발생할 수 있는 위험 요소를 감지하고 적합한 방법을 찾아서 이를 해결하여 좋은 측정 결과를 보장하는 것입니다.



▶ www.mt.com/GEP

9. 용어집

pH	pH는 수용액의 화학적 성질이며 산도(pH 0-7)와 알칼리도(pH 7-14)를 나타냅니다. pH 값 7은 중성으로 간주됩니다.
pH 전극(pH 센서 또는 프로브라고도 알려져 있음)	pH 전극은 실제로 pH를 측정하는 역할을 하기 때문에 정확한 pH값을 측정하는데 매우 중요합니다. 일반적인 복합형 pH 전극(측정 및 기준 전극이 하나로 통합된 전극)을 사용한다는 것으로 가정합니다.
pH 측정기	pH 측정기는 측정 전극과 기준 전극과의 전위차를 pH 값으로 환산하여 나타냅니다.
교정	교정용 표준용액으로 pH 전극이 실제로 측정하는 값과 측정되어야 하는 값 간의 차이를 확인할 수 있습니다. 이론 값과 실제 값 사이의 편차를 보정하기 위하여 이를 조정하여야 합니다. 두 단계를 모두 "교정"이라는 용어로 통합하여 사용합니다.
기준 전극	이는 설정된 pH 센서 전위에 대하여 안정된 기준 전위를 제공하는 역할을 합니다. 이는 한 개의 전극 내에서 측정 전극과 함께 결합될 수 있습니다 (복합형 pH 전극)
기준 전해질	기준 전극 시스템의 전위를 정의하는 용액입니다. 전극에 사용되는 기준 전해질의 유형은 기준 시스템 및 어플리케이션에 의해 크게 좌우됩니다.
버퍼 용액 또는 교정 표준용액	pH 전극을 교정하고 그 성능을 점검하기 위해 사용되는 pH 값이 알려진 표준 용액입니다.
샘플	측정할 용액입니다. 수용액이거나 pH 측정이 가능할 만큼의 충분한 물을 함유하고 있어야 합니다.
유리 멤브레인	유리 멤브레인은 pH를 감지하는 부분입니다. 각 어플리케이션에 따라 pH를 정확히 측정할 수 있도록 다양한 형태와 성분으로 구성되어 있습니다.
접촉부(다이아프램이라고도 함)	이는 기준 전해질과 샘플을 연결하는 부분입니다. 각 어플리케이션에 따라 다양한 형태와 특성을 가지고 있습니다.
측정 또는 유리 전극	이는 용액의 pH를 실질적으로 감지하는 부분입니다. 이는 끝부분에 얇은 유리 감응 멤브레인이 있는 유리 샤프트로 구성됩니다. 이는 한 개의 전극 내에서 기준 전극과 결합될 수 있습니다(결합 pH 전극).

www.mt.com/pH

자세한 정보



메틀러 토레도 그룹

Im Langacher 44
8606 Greifensee

기술적 변경 사항이 있을 수 있습니다

© 06/2018 METTLER TOLEDO. 모든 권리는 본사가 소유합니다

30476899

Group MarCom 2480 JM