

Instruction Manual

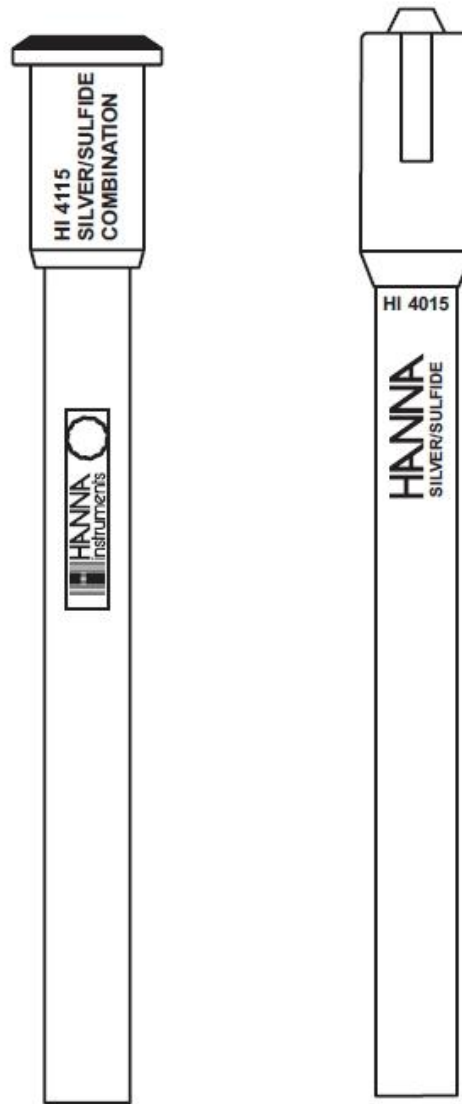
HI 4015

HI 4115

Silver/Sulfide Ion
Selective Electrode



Half-cell
Combination



I. 제품 소개

Hanna 의 HI 4015와 HI 4115은 수용액에 은과 황화물 이온들을 측정하기 위한 이온분리전극이다. HI 4015는 레퍼런스 전극이 필요한 고체상태의 half-cell 센서이다. HI 4115는 복합 이온 분리 전극이다.

II. 제품 사양

영문매뉴얼 참고

III. 작동이론

HI 4015 또는 HI 4115 전극은 도금용기에 잔류 은 이온 과 황화물 이온의 빠른 측정을 위해 사용되어 지며, 질산은과 함께 할로겐 적정과정을 따르는 탐지기로 사용되어진다. 황화물 이온은 지하수, 토양, 종이 액체류에서 구성되어진다.

전극은 센서로서 또는 이온전도체로서 기능을 한다. HI 4015는 그것의 전해질 순환을 완성하기 위하여 독립된 레퍼런스 전극을 필요로 한다. HI 4115는 레퍼런스 전극이 통합되어있다. 은/황화물 이온 알갱이는 측정되어지는 테스트 용액에서 용해되어 질 수 있다. 또한 은/황산 이온은 샘플의 이온 활성도의 변화로 일어나는 잠재적인 변화가능성을 만들어낸다. 샘플의 이온의 정도를 ISA 를 추가해 변경할 때에는,

전압은 용액안의 황화물 이온 혹은 은 농도와의 비율을 고려해야하며, 전극은 Nernst 공식을 참고한다.

$$E = E_a + 2.3 \frac{RT}{nF} \log A_{ion}$$

E= observed potential

E_a= Reference and fixed internal voltages

R= gas constant (8.314 volt coulomb/K Mole)

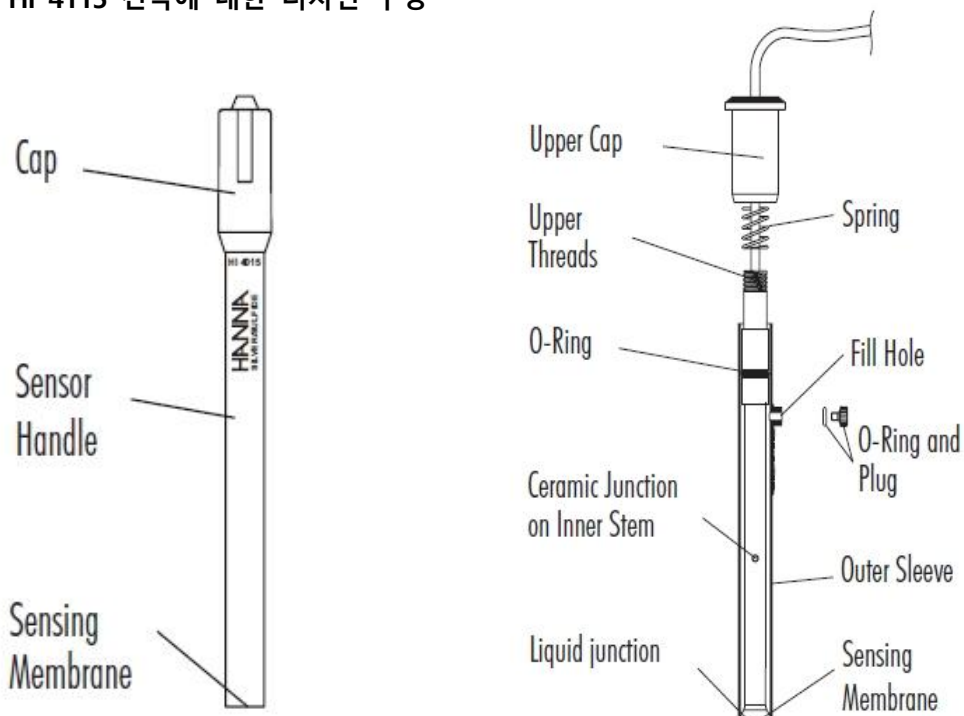
n= Charge on ion (2+)

A_i=ion activity in sample

T= absolute temperature in K

F= Faraday constant (9.648 x 10⁴ cs/mole)

IV. HI 4015와 HI 4115 전극에 대한 디자인 구성



V. 필요한 장비:

- ◆ HI 4015를 위한 HI7072 충전 용액을 채운 한나 HI5315 더블 정선 레퍼런스 전극
- ◆ 한나 HI 4222 pH/ISE/mV 기기 또는 다른 적절한 이온 또는 pH/mV Meter(참고: ISE(이온) meter를 이용할수 없을 경우 log/linear그래프 페이퍼는 유용하다.)
- ◆ 한나 HI 180 마그네틱 스틸러 또는 TFE로 코팅된 스틸 바 (HI 731320).
참고: 거품이나 코르크와 같은 절연물체를 두어 stirrer motor 열에서 비커들을 격리한다.
- ◆ 한나 HI 76404 전극 홀더나 그와 동등한 장비.
- ◆ 플라스틱비커들(HI 740036P) 또는 다른 적절한 측정용기

VI. 필요한 용액

Hanna에서 제공하는 용액을 다음 사항을 참고하여 사용한다.

0.1 M Silver standard, (500 mL) - HI 4015-01

ISA for Silver 측정 (500 mL) - HI 4000-00

SAOB 황산염 측정, (500 mL) - HI 1042-00

Note: 황산염용액이 다음 지시사항을 확인한다.

Silver Solution (은)

• 질량 용액 (Molar solutions)

질량 측정 용 피펫과 유리 제품을 사용은 HI 4015-01 의 희석을 유발한다. 농도가 < 10^{-3} M 인 표준 용액을 항상 준비해야한다. 검은색 플라스틱 병에 보관한다.

전극 (HI 4000-00) 을 위한 Hanna ISA 2 mL 는 샘플의 100mL 에 추가한다.

• ppm 용액 (ppm solutions)

HI 4015-01 을 희석한 은 수용액 1078.7 ppm 을 준비한다 : 피펫 100mL 표준용액을 1 리터 비커에 담는다, 탈 이온수를 넣는다. 남은 피펫과 유리제품을 사용해 1078.7 ppm 표준용액이 샘플 농도를 포함 하도록 단계희석 시킨다. 농도 < 100 ppm 로 표준용액을 항상 만들어야 한다.

• 황산염 측정 용액 (Solutions for Sulfide Measurements)

SAOB, Hanna HI 4015-00: SAOB 시약 B를 SAOB 시약 A에 넣는다. 뚜껑을 덮고, 완전히 용해 될 때 까지 잘 섞어준다. 갈색인 시약은 산화되어진 것을 의미하며, 갈색으로 변한 시약은 폐기한다.

• 황산염 용액 (Sulfide Standards)

황산염 용액은 공기 중 산화되어지기 쉽기 때문에, 판매용으로 사용되어지지 않는다.

• 황산염 저장 용액 (Sulfide stock solution)

Sodium Sulfide nonahydrate 황화나트륨 ($\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$)의 100 그램을 희석용액이 있거나, 탈 이온화된 액체가 있는 1리터 짜리 용기에 넣는다. 용해되어지도록 섞어준다.. 1 리터 용기를 완전 밀봉해 뚜껑 부분에 최소한의 공간만을 남긴다. 이러한 작업을 통해 용액이 밤까지 유지된다.

• 133.5 ppm 용액 (예상 농도)

5.00mL 저장용액과 250mL Sulfide Antioxidant buffer SAOB (Hanna HI 4015-00) 를 500mL 용기에 담고, 잘 섞어주며, 증류수 혹은 탈이온 수를 넣어준다. HI 4015-00 SAOB 는 혼합 후, 옅은 짙색으로 변하기 때문에 반드시 깨끗해야한다.

Note: 만일 샘플의 농도가 높을 때에는 ,농도가 높은 용액은 준비되어지거나, 적정 작업이 이루어질 수 있다 32,100- 0.003 ppm에서 센서를 사용할 수 있다.

과염소산염 용액으로 적정 작업을 통해 준비된 용액의 정확한 농도를 매 주 마다 확인한다.

용액의 정확한 농도는 0.01 M Lead Perchlorate standard; (Pb(ClO₄)₂)을 기준으로 10 mL 적정작업을 통해 확인 한다. Pb²⁺⁺ S²⁻ > PbS

최대점을 확인하기위해 S²⁻ 에 대한 기준으로 전극 한 쌍을 사용하도록 한다.

다음 사항을 참고하여 계산한다.

주간 질량 농도 용액 (Weekly standard in Molar concentration)

$$C \text{ (moles/liter)} = (0.01) * V_t / V_s.$$

V_t = 최대점 도달에 사용되어진 과염소산염 적정의 양

주간 ppm의 용액 (Weekly standard in ppm)

$$C \text{ (ppm)} = (0.01) * 32.07 V_t / V_s.$$

측정용 피펫과 유리제품의 사용은 수치가 측정되어진 적정된 용액의 희석을 일으킨다. 샘플의 농도를 포함하는 용액을 선택한다.

HI 4000-00 ISA 의 50mL 를 양을 늘리기 전 각각 100mL 용기에 추가한다.

VII. 일반적인 지침들

- ◆ 보정 스탠다드 과 샘플 용액의 이온 농도가 같아야한다. ISA 혹은 ISB 를 같은 비율의 두 가지 샘플 에 추가한다.
- ◆ 칼리브레이션 용액과 샘플 용액의 온도는 같아야한다.
- ◆ 단일 처리가 되어지는 비커를 사용하거나, 교반기를 사용한다.
- 보정 스탠다드와 샘플 용액은 TFE 코딩된 동일한 크기의 스틸 바를 사용해 같은 비율로 섞는다
- 전극을 증류수나 이온수로 헹구고 부드러운 천으로 살살 닦아준다. 전극을 너무 세게 물질러 닦지 않는다.
- 희석액이나 탈이산화 수 에서 미리 흡수 되어진 은 전극 (<10³—) 은 반응을 활성화 시키는데 도움이 된다.
- 구의 표면에 스크래치, 페인자국 또는 더러운 물질이 있으면 변화가 느리거나, 느린 반응, 재현성이 떨어질 수 있다. microabrasive strip HI 4000-70로 손상된 표면을 없애줌으로서 최적의 반응이 저장될 수 있다. 피부보호를 위해 글러브를 착용한다.
- 센서에 손상을 줄 수 있으므로 온도에 큰 변화(열충격)를 피한다.
- 센서에 손상을 줄 수 있으므로, 장시간 SAOB 용액에 전극을 담가 놓지 않는다.

전극 준비 (Electrode Preparation)

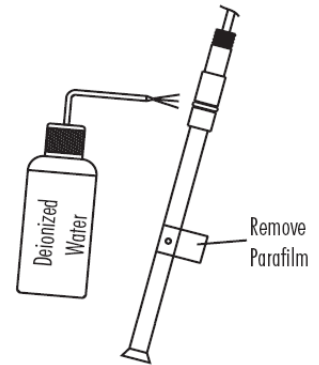
HI 4015

1. 센서의 보호캡을 벗긴다.

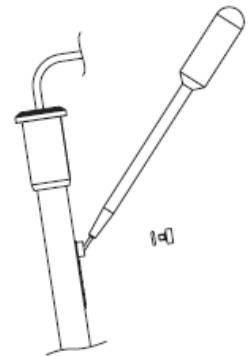
2. HI 7072 전해용액을 채운 레퍼런스 전극을 준비한다.
3. 준비된 레퍼런스 전극을 전극 홀더에 넣고, 케이블로 기기에 연결한다.

HI 4115

1. 내부 대에 세라믹 정선을 싸고 있는 plastic film을 벗긴다.
이것은 운송과 장기 보관을 위해 사용되는 것이다.
2. 내부 대에 있는 o-ring를 적시기 위해 내부 대를 중성수로 행군다.



3. 외부 바디에 내부 부품을 밀어 넣고 케이블에 스프링을 아래로 밀어 캡나사를 돌려 전극을 조립한다.
4. 충전구멍 입구에 충전구멍커버와 o-ring 분리한다.
5. 제공된 드로퍼 피펫을 사용하여 O-ring을 적셔주고 충전용액 칸을 행귀내면서 전극에 HI 7072충전용액 몇 방울을 추가한다.



6. 전극의 바디를 쥐고 엄지손가락으로 위의 캡을 살살 누른다.
이것은 충전용액이 바디 밖으로 흐르도록 하는 것이다.
캡에서 손을 떼고 전극이 원래 위치로 돌아오는지 확인한다.



7. 충전용액 높이가 충전구멍 바로 아래까지 되도록 전극 캡과 충전전극 바디를 꼭 조인다.
8. 전극을 HI 76404 전극 홀더(또는 동등한 장비)에 두고 기기 커넥터에 연결한다.

IX. 전극슬롭의 빠른확인

두건과 보호장비 사용을 적극 권장한다.

- 센서를 pH/mV/ISE기기에 연결한다.
- mV 모드에 둔다.
- 탈 이온수의 100mL 를 스틸바 위의 비커에 넣는다.
- 준비된 샘플에 전극을 넣는다.
- 위의 비커에 표준액 HI 4012-01(또는 희석된 0.1M 또는 1078.7M) 1mL를 추가한다.
기록이 안정되면 mV값이 기록된다.
- 그 용액에 표준액 추가적으로 10mL를 추가한다. 기록이 안정되면 mV 값이 기록된다. 이 값은 이전의 기록보다 높아야한다.
- 두 mV 값의 차를 측정한다. 이 슬롭에서 수락할 수 있는 값은 $+56 \pm 4$ mV이다. 만일 센서가 mV 변

화값을 감지 하지 못할 경우, 교정 작업을 반드시 해야한다.

S²⁻

- 센서를 pH/mV/ISE 기기에 연결한다.
- 기기 모드를 mV 모드로 설정한다.
- 먼저 혼합된 SAOB 의 50mL 의 비커에 deaerated 물 50mL 를 넣는다. 스틸 바를 사용해 전체적으로 섞는다.
- 전극을 준비된 샘플에 넣는다.
- 적정 용액 1 mL 를 비커에 넣고, 수치가 안정되어지면 mV 값을 기록한다.
- 스탠다드의 10mL 를 용액에 추가한다. 수치가 안정되어지면, mV 값을 기록한다. 이 수치는 기존의 값보다 반드시 낮아야한다.
- 두 개의 mV 수치 사이의 차이점을 확인한다. 이 슬로프의 유효 값은 -28 ± 4 mV 이다. 공기 중에 노출 되어진 솔루션은 값이 떨어지네 되며, 낮은 슬로프 수치가 감지 되어진다. 만일 센서가 mV 변화값 을 감지 하지 못할 경우에는, 반드시 교정작업 (corrective action)을 해야한다.

X. Corrective action

- 보호캡을 벗겼는지 확인한다.(HI 4015).
- 내부 대에 플라스틱 필름을 벗겼는지 확인한다.(HI 4115).
- 전극이 기기에 제대로 연결되었는지 그리고 기기가 전원연결 되었는지 확인한다.
- 표준액이 제대로 보관되었는지 확인한다. 사용할 경우 표준액들을 다시 만든다.
- 황산염 용액에 SAOB 가 추가되었는지 확인 한다. 제대로 보관되어져 있는지 확인한다. 필요한 경우 표준액을 다시 만든다.
- 만일 은 전극의 슬로프가 제안된 슬로프 윈도우를 벗어 날 경우에는, 희석 용액안의 센서가 이 문제를 해결할 수 있다. (희석 수치 일치 혹은 $10^{-3}M$ 보다 낮게 설정한다.)
- 스크래치, 패인자국 또는 산화된 센싱 표면은 HI 4000-70 polishing strip으로 문지른다. micro-abrasive 대략 1인치를 자른다. 보호장갑을 낀다. 하얗게 된 옆면을 중성수로 적시고 전극의 손상된 멤브레인을 대고 둔다. 반들반들한 뒷면에 장갑을 낀 엄지를 두고 살살 힘을 주면서 천천히 앞/뒤로 반복한다. 표면이 매끄러워질 때까지 지속한다. polishing strip에 검은 침전이 나타난다면 페이퍼를 가볍게 움직여주고 계속 문지른다.
- 멤브레인이 손상되면 반응은 급격히 저하되거나 전극의 슬로프가 상당히 감소되며 위의 과정이 쓸모가 없고 센서를 교체해야한다.

XI. Direct Calibration and Measurement

이 방식은 많은 샘플을 측정하기에 간단한 과정으로 되어있다. 납 샘플과 표준액을 다룰 때는 보호 장비를 착용할 것을 권한다. 직접 기록하는 ISE meter (HI 4222 또는 동등한 장비)는 표준액으로 기기를

보정한 후에 바로 기록하므로 알 수 없는 농도를 측정한다. 알 수 없는 리니어 측정범위에 있는 기기는 2 개 또는 그이상의 신선하게 만들어진 표준액으로 보정된다. 알려지지 않은 수치가 직접적으로 측정된다. 은의 수치가 낮은 경우, 특별한 작업이 이루어져야 한다. 용액에 사용되어지는 물은 반드시 Halides 가 없어야한다. 센서와 유리제품은 반복적으로 세척 하도록한다. 플라스틱 비커를 사용하도록 한다.

전극 반응이 일정하지 않을 경우에는, 칼리브레이션 포인트 설정을 늘리며, 칼리브레이션 작업을 자주 반복적으로 하도록 한다. 아래 " procedure for Silver" 를 참고한다.

pH/mV 모드에서 semi-log 그래프 페이퍼와 함께 pH/mV meter가 사용될 수도 있다. 알 수 없는 측정 범위에 있는 두 개 또는 그이상의 신선하게 준비된 표준액들은 이 기기에 mV 모드에서 측정된다.

이 값들은 he semi-log paper에 작성되고 이 포인트들은 직선그래프 형태로 연결된다. 샘플이 측정되면 그것들의 mV 값은 semi-log plot 농도축에 mV값에 맞는 농도로 전환된다.

Procedure for Silver (은)

1) 측정을 위한 센서준비를 위해 섹션 VIII and IX를 따른다.

2) 표준/용액을 준비하려면 섹션 VI를 따른다.

표준액은 그룹으로 묶고 해당 범위 내에 포함되어야 한다.

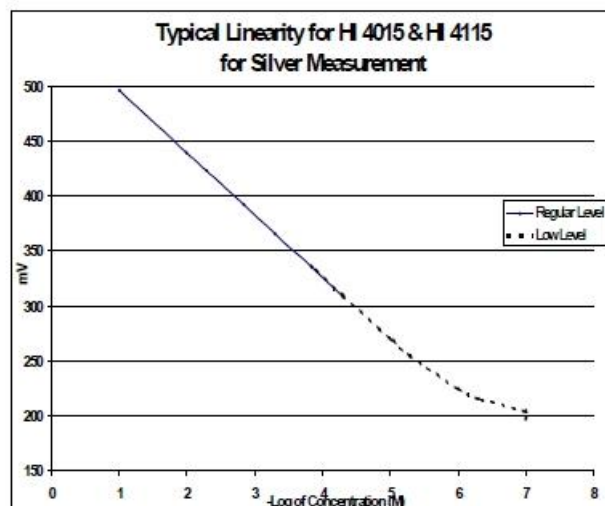
HI 4012-00 ISA 2mL를 샘플과 표준액 100mL 을 균등한 측정을 위한 스탠다드 혹은 10^{-4} M Silver 두 곳에 추가한다. 10^{-4} M Silver 보다 낮거나, 농도가 같을 때에는, 별개의 칼리브레이션 커브를 준비하고, 샘플의 희석된 ISA 의 1mL 를 사용한다. 스틸 바를 사용해 측정 전 골고루 섞어준다.

낮은 수치의 이온농도 조절은 HI 4000-00 ISA (100mL 에 희석된 20mL) 으로 준비한다. 이 작업은 샘플의 100 parts 당 1 part 의 dose에서 사용된다. 샘플의 이온 수치는 대략 10^{-2} M 이게 된다.

3) 섹션 VII를 따른다.; 측정 셋업을 최적화하기 위한 General Guidelines.

4) 보정동안에 낮은 농도의 샘플부터 시작하는 것이 좋다. 값을 기록하기 전에 측정이 안정되도록 기다린다. 낮은 농도에서는 좀 더 긴 평형시간이 필요하다.

5) 샘플의 오염을 막기 위해 샘플들 사이에 센서를 중성수로 행구고 눌렀다가 부드러운 티슈로 가볍게 두드리며 닦는다.



Procedure for Sulfie (황산염)

- 1) 측정을 위한 센서준비를 위해 섹션 VIII and IX를 따른다.
- 2) 표준/용액을 준비하려면 섹션 VI를 따른다.
표준액은 그룹으로 묶고 해당 범위 내에 포함되어야 한다. HI 4015-00 ISA 의 50mL 를 50mL 샘플 비커에 추가적으로 넣는다. 측정 전, 스틸바에 골고루 섞어준다. 용액이 공기 중에 닿지 않게 하고, 즉시 사용한다.
- 3) 섹션 VII를 따른다.; 측정 셋업을 최적화하기 위한 General Guidelines.
- 4) 보정동안에 낮은 농도의 샘플부터 시작하는 것이 좋다. 값을 기록하기 전에 측정이 안정되도록 기다린다. 낮은 농도에서는 좀 더 긴 평형시간이 필요하다.
- 5) 샘플의 오염을 막기 위해 샘플들 사이에 센서를 중성수로 헹구고 눌렀다가 부드러운 티슈로 가볍게 두드리며 닦는다.

XII. 다른 측정기술

Known Addition (for Ag+or S²⁻)

알려지지 않은 농도는 샘플의 알려진 농도로 측정된 이온의 알려진 양(부피와 양)을 추가하여 측정할 수 있다. mV값은 표준액 추가 전후에 측정되고 제공된 공식을 사용하여 알려지지 않은 농도를 알아낸다. 이 기술을 Known Addition이라 부른다. 이 방법은 이상적인 센서 슬롭을 사용할 수 있지만 측정값의 온도에서 측정된 실제 슬롭을 알고 있는 경우에 사용되어야한다. 추가된 표준액의 부피와 농도는 최소 8mV에서 mV 변화를 일으켜야 한다. 이 방법은 한나 HI 4222 pH/ISE/mV meter에 이미 입력되어있다. 사용이 매우 간단하다. 이 방식은 높은 이온세기를 가진 샘플들에 쓰인다.

예: known addition를 사용하여 1 X 10⁻³ M 이하의 농도를 가진 샘플에 유용하다.

1. 농도를 모르는 샘플 50 mL(V_{sample})을 HI 4115 센서를 넣은 깨끗한 플라스틱 비커에 담는다. HI 4000-00 ISA (V_{ISA}) 의 2mL 를 추가한 후, 샘플을 섞는다. 이후에 안정된 mV값이 기록된다.(mV 1)
2. 10⁻¹M 표준액 (C_{std}) 5mL (V_{std}) 을 비커에 추가하면 mV값은 그 농도 투여에 따라 증가한다.
원래 샘플 (C_{sample}) 확실하지 않은 은의 농도는 다음 공식에 따른다.

$$C_{\text{sample}} = \frac{C_{\text{standard}} V_{\text{standard}}}{(V_T) 10^{\Delta E/S} - (V_{S'})} \left(\frac{V_{S'}}{V_{\text{sample}}} \right)$$
$$(V_{\text{sample}} + V_{\text{standard}} + V_{\text{ISA}} + V_{\text{MeOH-Form}}) = V_T$$
$$(V_{\text{sample}} + V_{\text{ISA}} + V_{\text{MeOH-Form}}) = V_{S'}$$

3. 이 과정은 슬롭과 이 방식의 작동을 확인하기 위해 두 번째 표준액을 추가하여 반복한다.

Analyte Subtraction (S₂-)

이 측정방법은 샘플에 추가된 시약에 반응하는 전극 반응을 포함하는 적정 반응을 기반으로 한다.

샘플의 황산염 농도는 다음 방법을 통해 측정이 가능하다. 은 스탠다드는 시약으로 사용되어진다. 은이 혼합되어진 이온은 나타나지 않으며, Cl⁻, Br⁻, I⁻, CN⁻, SAOB 를 포함한다. 이 측정 방법은 이상적인 센서 슬로프를 전제로 이루어지 진다. 실제 측정된 슬로프가 사용되어져야한다.

- 1) 은 시약 (V_{std}) (C_{std}) 와 ISA (VISA)의 스탠다드 솔루션을 비커에 넣는다. mV1 가 기록되어진다.
- 2) 확인되지 않은 황산염 샘플의 확인된 (V sam) 수치가 추가되어진다. (mV 는 최소 10-30mV에서 변화되어야 한다). 새로운 mV 가 기록된다 (mV2). $\Delta mV = mV2 - mV1$ 공식을 사용해 차이를 보정한다. S 는 은 전극의 슬로프 값이다.

3) 확인되지 않은 샘플 (C sam) 의 황산염 농도는 다음 공식으로 확인이 가능하다. 예를 들어, 센서가 0.001 M Ag⁺ 스탠다드의 100mL 에 넣는다. 확인 되지 않은 1.0mL 가 추가 되어진다. mV 수치는 12.5mV 를 변화시킨다. 황산염 반응의 ½ mole가 은 이온의 1 mole 이기 때문에 확인되지 않은 황산염 수치는 1 X 10⁻² M. n= ½ 을 통해 확인할 수 있다.

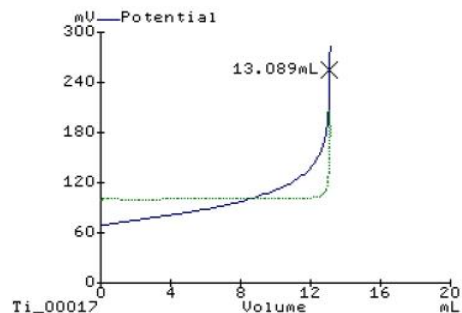
$$C_{\text{sample}} = n * \left(\frac{V_{\text{std}} * C_{\text{std}}}{V_{\text{std}} + V_{\text{ISA}}} - \frac{\frac{V_{\text{std}} * C_{\text{std}}}{V_{\text{std}} + V_{\text{ISA}}}}{10^{\Delta E/S}} \right) * \left(\frac{V_{\text{std}} + V_{\text{ISA}} + V_{\text{sam}}}{V_{\text{sam}}} \right)$$

$n =$ Mole ratio of ions in sample that react with 1 mole of standard

Titration of Chloride (염소의 적정 작업)

은 전극은 질산은 (silver nitrate) 과 염소의 진행 과정을 나타내는 표시로 사용 되어 질 수 있다. 방해 요소들이 있는 색깔이 있는 샘플에서 사용 되어 질 수 있다. 적정 작업 동안, 센서는 할로겐 화물 농도의 감소를 감지한다. 질산은 소량을 추가한다. 염화은의 축진을 형성하며 은은 염소 이온과 함께 반응한다. 화학양론의 최대점에서, mV 의 큰 변화가 은 수치의 초과로 인해 발생한다. 측정은 HI 901 혹은 적정장치를 통해 자동으로 이루어지게 된다.

HI 4115전극을 사용하여 자동 염소 적정 동안에 HI 901에 플롯이 만들어진다.



$$C_{S^{2-}} = C_{Pb^{2+}} * \frac{V_{Pb^{2+}}}{V_{S^{2-}}}$$

황산염 적정 (Titration of Sulfide)

은/ 황산염 전극은 납퍼클로레이트 (lead perchlorate) 와 반응하는 황산염 적정의 과정을 나타내는 지표로 사용될 수 있다. 납퍼클로레이트는 황산염 샘플 보다 10-20 배 정도 농도가 높아야한다. SAOB 의 같은 양 으로 샘플이 혼합된다. 적정 동안, 샘플은 황산염 농도의 감소를 감지하며, 납퍼클로레이트 소량을 을 추가한다. 황산이온과 반응한다. 용액과 전극이 반응 할 수 있게 충분한 시간을 둔다. 주어진 증가에 대한 최대 mV 변화값이 최대점 (endpoint)이다.

XIII.pH

은 측정

HI 4115와 HI 4015 전극은 2와 8사이의 pH 값을 가진 용액에서 사용될 수 있다. 이 범위밖에 있는 샘플들은 acid (HNO3) 또는 base (NaOH) 으로 조정해야한다.

황산염 측정

SAOB 으로 황산염측정이 이루어진다. pH 12- 14 사시에서 HI 4015-00 은 조절 가능하다.

XIV. HI 4015와 HI 4115 센서의 보관과 관리

HI 4015센서는 매우 묽은 표준용액(10^{-4} M이하)에서 잠시 동안 저장할 수 있다. HI4015는 오랫동안 보관할 때 건조시켜 보호캡을 덮어 보관한다. HI 4115 콤비네이션 전극의 장기보관; 용액을 빼고 중성수나 증류수로 염기를 세척한다. 위의 캡 나사를 풀고 겉에 슬리브를 위로 올린다. 내부 대에 세라믹 정션을 Parafilm® 로 감싸거나 랩으로 봉한다. 제공된 보호캡을 건조된 멤브레인에 덮고 전극과 함께 제공된 원래의 보관 상자에 보관한다.

XV. Conversion tables (변환표))

Ag+

Multiply by

Moles/L (M) to ppm (mg/L) 1.0787 x 10⁵

ppm (mg/L) to M (moles/L) 9.27x 10⁻⁶

S²⁻

Moles/L (M) to ppm (mg/L) 3.207 x 10⁴

ppm (mg/L) to M (moles/L) 3.12 x 10⁻⁵