

pH- en ORP-elektroden

ontworpen en ontwikkeld door Hanna Instruments



Venetiaans glas

Glaswerk kwam al voor in het oude Egypte, Mesopotamië en Rome. Tijdens de Middeleeuwen ging deze kennis verloren en kwam pas terug tijdens de Renaissance, in het midden van de 13de eeuw in Venetië. In 1287 besloot de republiek van Venetië, dankzij het hoge aantal branden van glassmelthaarden, om alle glasproductie te verhuizen naar het dichtbijgelegen eiland Murano.

Tegen het midden van de 15de eeuw voegden meester-glassmakers kaliumoxide toe aan de originele recepten en vonden zo het kristal uit. Gedurende meer dan drie eeuwen beschermde de

republiek van Venetië haar ervaring en technologie in glasproductie.

In het jaar 1612 publiceerde een priester en alchemist uit Firenze, Antonio Neri, een boekje dat veel succes had: 'De kunst van het glas-maken'. Voor de eerste keer werden de exacte verhoudingen van de verschillende onderdelen, natrium, calcium en silicium, vrijgegeven. Na deze dag werden de geheimen van glasproductie wereldwijd bekend en kon Venetië niet langer haar geheim beschermen.

In 1981 ontwikkelde Hanna Instruments haar eigen technologie met de hulp van het experimentele instituut voor glas in Murano. Vanaf toen heeft

ons bedrijf het beste in glastechnologie aangeboden en het grootste bereik aan pH-elektrodes. We zijn vastbesloten om de wetenschap en kunst van glaselektrodeproductie strikt toe te passen op de diverse vereisten in wetenschappelijke, milieu- en industriële laboratoria over de hele wereld.



Combinatie- en speciale pH- en ORP-elektrodes

De laatste jaren heeft de technologie een aanzienlijke vooruitgang geboekt in de productie van elektrodes, waarbij hoge nauwkeurigheidsniveaus bereikt werden. Vandaag is een elektrode een nauwkeurige, compacte sensor die eenvoudig te gebruiken is. Door zijn kwaliteiten en het gemak waarmee hij gereinigd kan worden, is de glazen behuizing bijna de ideale oplossing voor pH-metingen, het enige probleem is de breekbaarheid. Hierdoor produceerden fabrikanten elektrodes met een sterkere beschermende bekleding, een plastic behuizing. Dat loste het probleem van de breekbaarheid op, maar ten koste van de prestatie: plastic elektrodes breken niet, maar zijn niet bestand tegen hoge temperaturen en zijn moeilijker te reinigen. Gelukkig produceert Hanna Instruments beide

Watergeleidbaarheid en pH-metingen

pH-metingen vereisen enige geleidbaarheid van het te testen monster. De exacte geleidbaarheid varieert met elektrodes, maar waarden lager dan 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ kunnen storend zijn. Gedemineraliseerd water heeft onvoldoende ionische sterkte voor een correcte pH-meting. In het geval van lage geleidbaarheid waarden, onder 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, suggereren we het gebruik van specifieke elektrodes, zoals onze HI1053B.

types elektrodes, geschikt voor een verscheidenheid aan toepassingen.

Hanna Instruments is de grootste Europese producent en levert al decennia lang technologisch innovatieve producten aan zijn wetenschappelijke cliënteel over de hele wereld. We introduceerden de eerste elektrode met ingesloten temperatuursensor in 1984 en de eerste voorversterkte elektrode met AmpHel®-connector in 1988. Hanna Instruments, bouwend op zijn jarenlange ervaring, innoveert continu op het vlak van elektrodes, ontwikkeling en ontwerp.

Een sferisch uiteinde wordt aanbevolen voor algemeen gebruik in waterige of vloeistofoplossingen en creëert een breed contactoppervlak met het monster.



Een conisch uiteinde wordt aanbevolen voor het meten van halfvaste stoffen, emulsies, kaas, vlees en voedsel in het algemeen.



Een plat uiteinde wordt aanbevolen voor rechtstreekse oppervlaktemeting op huid, leder, papier, enz.



pH-meting

pH-metingen worden normaal gezien uitgevoerd door elektrodes gemaakt uit een speciaal pH-gevoelig glazen voeluiteinde. Er kunnen veertien decades van de concentratie betrouwbaar gemeten worden met gebruik van de bewezen technologie. Tijdens de laatste jaren bieden sommige



bedrijven ook ISFET-technologie aan. Omdat de Amerikaanse FDA besliste om het gebruik van glas in voedselproductie te vermijden, werden ISFET's geïntroduceerd op de markt, maar ze ondervonden hinder van afwijkingen en instabiliteit. ISFET's hebben dan wel een beperkt gebruik, maar pH-glas is nog steeds veruit de betere keuze voor de meerderheid van de toepassingen.

Verskillende membraanvormen

Glazen elektrodes zijn beschikbaar in verschillende membraanvormen: sferische membranen, conisch gevormde membranen of platte uiteinden. Voor het analyseren van kleine monsters zijn er ook micro-elektrodes beschikbaar.

Vier keer pH-gevoelig glas

Hanna Instruments gebruikt 4 verschillende soorten pH gevoelig glas in de productie van ons uitgebreid aanbod aan pH-elektrodes. Om een pH-meting te optimaliseren voor een bepaalde toepassing, worden de pH-glaskenmerken, de uitwendige materialen, referentiejuncties en gebruiksgemak in overweging genomen. Hanna Instruments levert het beste materiaal en prestatie voor een bepaalde toepassing om betrouwbare metingen te verzekeren. Wanneer

er bijvoorbeeld gemeten wordt bij temperatuurextremen, is glasimpedantie een belangrijke factor om rekening mee te houden. Als algemene regel verdubbelt de pH-glasimpedantie voor elke temperatuursvermindering van 10 °C. Een heel hoge impedantie leidt tot een zeer storend, foutief signaal en fouten in metingen. Hanna Instruments biedt laagimpedantieglas (LT) voor deze toepassingen. Bij hogere temperaturen kan glas snel smelten, wat de levensduur

en prestatie van de sensor verkort. Hanna Instruments biedt HT-glas voor deze toepassingen.

GP-glas

Het GP-gevoelige glas vertegenwoordigt het basismodel, biedt de beste reacties over het hele pH-bereik aan en kan gebruikt worden voor een breed temperatuur- en pH-bereik. De beste toestand wordt bereikt met een sfeer met een diameter van 9,5 mm en een systeem met impedantie van

100 M Ω , maar goede metingen kunnen ook bekomen worden met sferen met een kleinere diameter.

HT-glas

Ontworpen voor uitgebreid gebruik bij hoge temperaturen en een pH hoger dan 12. De glasimpedantie heeft een temperatuurcoëfficiënt van ongeveer 14,3 % per graad Celsius. Een elektrode met een impedantie van 100 M Ω bij 25 °C zal een impedantie van ongeveer 50 M Ω hebben bij een temperatuur van 32 °C en een impedantie van ongeveer 200 M Ω bij 18 °C. Impedanties kleiner dan 1 Ω zijn gevaarlijk voor de sensor, die in een korte tijd zal degraderen. Voor toepassingen met hoge temperatuur werd er gevoelig glas met een impedantie van ongeveer 400 M Ω bij 25 °C ontwikkeld. Deze oplossing maakt het mogelijk om normale werkingen uit te voeren voor langere periodes bij 90 °C en voor een paar weken bij 100 °C. Het zou duidelijk moeten zijn dat deze elektrodes gebruikt moeten worden met uiterst veel zorg op kamertemperatuur, waardoor de reactietijd aanzienlijk verhoogt.

LT-glas

Dit glas moet gebruikt worden voor lage temperaturen (onder 60 °C) en is niet geschikt voor een pH hoger dan 10. Temperaturen onder -8 °C veroorzaken de mechanische vernietiging van de sensor. De systeemimpedantie mag de 1000 M Ω niet overschrijden, anders worden de metingen te traag, zelfs boven de 30 seconden, wat allesbehalve ideaal is voor industriële en benchtoepassingen. Met zulke trage reactietijden zou procescontrole niet effectief zijn. Voor industriële en benchtoepassingen werd er een ander soort gevoelig glas ontworpen met een impedantie van 40 M Ω bij 25 °C. Bij een temperatuur van -5 °C overstijgt de impedantie de 650 M Ω niet, zodat de reactietijd acceptabel is voor industriële controle.

HF-glas

HF-gevoelig glas werd ontworpen voor agressieve omgevingen in de aanwezigheid van waterstoffluoride. Hierdoor werd er een tienvoudige verhoging bereikt voor de gemiddelde levensduur van een elektrode van een gemiddelde van 10 tot ten minste 100 werkdagen (met pH-waarden hoger dan 2 en fluoridehoeveelheid lager dan 2 g/l). De alkalische fout voor dit type gevoelig glas is heel hoog en is niet geschikt voor pH-metingen hoger dan 10,00.

pH-elektrodeproductie

Hanna Instruments gebruikt de technologie van het glasblazen, typisch voor de Murano-meesters, met gevoelige glazen staven samengesmolten in gecontroleerde baksels. Enkel deze techniek, die het gevoelige glas blootstelt aan de hoge fusietemperatuur gedurende een paar seconden, kan de consistentie en kwaliteit van de pH-halvecel garanderen.

Andere producenten gebruiken de continue fusietechniek in smeltkroezen met inductiehaarden. In dat geval wordt het glas blootgesteld aan de fusietemperatuur gedurende uren en is het moeilijk om de kwaliteit van het product te behouden, door de verdamping van sommige onderdelen.

Behuizing elektrode

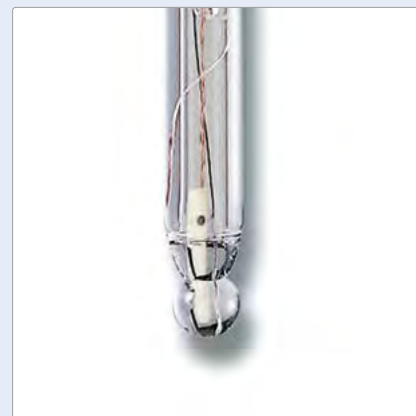
Tot de jaren 1970 was het een gewoonte om twee halve cellen afzonderlijk aan te bieden, de glazen en referentie-elektrode. Vandaag is het normaler om de twee cellen in een gecombineerde elektrode aan te bieden. De referentie-elektrode wordt nog steeds gebruikt als een enkele halve cel voor ion-selectieve elektrodes (ISE). De pH-ballon met gevoelig glas is gelast aan een buis met gewoon glas dat niet pH-gevoelig is. De pH-elektrode, afzonderlijk of gecombineerd, kan worden geproduceerd als een volledige glazen eenheid, ideaal voor labo-gebruik, of met de bescherming van een behuizing uit

plastic materiaal dat compatibel is met een chemische omgeving. Hanna Instruments gebruikt PEI-hars, PVDF voor industriële toepassingen, PVC en andere materialen. Om de immuniteit voor elektrostatische en magnetische veldstoringen te verhogen, kan de elektrode een behuizing uit roestvrij staal of titanium hebben. In dat geval werkt de metalen buis als een matching pin.



Hoe temperatuur pH-metingen beïnvloedt

De pH-waarde van uw monster kan veranderen met de temperatuur. Een voorbeeld hiervan is pH-buffers waarvan de bekende waarden op de fles staan. Temperatuurcompensatie in pH compenseert de verandering in pH van uw monster voor temperatuur niet. pH-compensatie brengt de pH-waarde zelfs terug naar de temperatuur van de meting.



Een goed gemaakte pH-elektrode verbindt inwendige spanning van de

referentie-halvecel en sensor, zodat ze elkaar uitschakelen. De enige variabele is het monster dat vergeleken wordt met standaard pH-buffers. De tabel illustreert het effect dat temperatuur op de zilver/zilverchloride referentie-halvecel heeft. Hanna Instruments verbindt de inwendige halve cellen zodat veranderingen in spanning met temperatuur elkaar virtueel uitschakelen.

Verandering van de EMF voor de Ag/AgCl/Referentie-halvecel met verandering van temperatuur

Temperatuur	EMF (mV)	
°C	3,5 M	Verzadigd
05	218,7	218,7
10	215,2	213,8
15	211,7	208,9
20	208,2	204,0
25	204,6	198,9
30	200,9	193,9
35	197,1	188,7

EMF van gevoelig glas

Temperatuur (°C)	EMF (mV per pH)
05	55,18
10	56,18
15	57,18
20	58,17
25	59,16
30	60,15
35	61,14

Een goed gemaakte pH-elektrode is een elektromechanisch instrument dat de vergelijking van Nernst volgt:

$$E_{\text{obs}} = E_c + \ln(10) RT/nF \log(aH^+)$$

E_{obs} = geobserveerde potentiaal (som van referentie- en vloeistofjunctie-potentiaalen)

E_c = referentiepotentiaal inclusief andere stabiele en vaste potentialen

A_{H^+} = de waterstofionactiviteit

T = temperatuur in Kelvin ($^{\circ}\text{C} + 273,15$)

n = valentie van het gemeten ion (1)

F = Faraday-constante ($9,6485 \times 10^4$)

R = gasconstante ($8,31432 \text{ J/KMol}$)

Matching pin (aardingspin)

De referentie-halvecel staat rechtstreeks in contact met de te analyseren vloeistof. Wanneer

stroom- (elektrolyse) of geleidbaarheidsmetingen in hetzelfde monster aanwezig zijn, worden de gecreëerde magnetische velden opgepikt door de referentie-elektrode en de pH-meting wordt gewijzigd. De matching pin isoleert deze stroom/magnetische velden van de referentie-elektrode.

Hanna Instruments heeft een aantal modellen geïntroduceerd, voorzien van matching pin voor veilige en precieze pH-metingen.

Uit deze vergelijking kan worden afgeleid dat wanneer de temperatuur T verandert, de term $\ln(10) RT/nF$ (de afwijkingsfactor) ook zal veranderen. De tabel hieronder illustreert de verandering in afwijkfactor voor veranderingen in temperatuur.

De mogelijkheid om veranderingen in de Nernst-afwijkfactor te compenseren in de kortst mogelijke tijd vereist de integratie van de temperatuursensor binnen in de elektrode. Het is ook handiger om slechts één elektrode te bewegen. Spijtig genoeg werd de bekabeling van het instrument hierdoor een echte nachtmerrie. Vier loden kabels met gepaste isolatie voor bescherming namen zoveel plaats in, dat het moeilijk was om het te dragen. In 1988 incorporeerde Hanna Instruments voorversterkers in sommige pH-elektrodes met draagbare instrumentatie. Dit populaire ontwerp

liet toe om plaatsbesparende kabels te gebruiken en heeft het voordeel van de geïntegreerde sensor met de pH. De voorversterkers zetten het hoge impedantiesignaal om in een laag impedantiesignaal, en de geïsoleerde kabels, die zo veel plaats innamen, waren niet langer nodig.

Andere functies kunnen ook toegevoegd worden aan het elektronische circuit van het geheugen. Gegevens over de elektrodeproductie (het DNA) en de herkenning van de modelcode van de elektrode zijn twee voorbeelden waarvoor het instrument de gegevens kan gebruiken en kalibratiefouten kan vermijden.

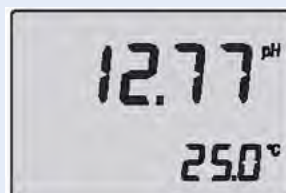
Een ander belangrijk gebruik wordt aangeboden door de mogelijkheid om de kalibratie van het instrument te

Gemeten waarden bij 20-25 °C met Na+ 1 M

Correctie van de gemeten waarden								
Andere producenten					Hanna Instruments			
pH	A	B	C	D	GP	HT	LT	HF
10,0	0,05		0,05				0,01	0,05
10,5	0,09		0,08				0,14	0,25
11,0	0,15		0,14	0,03	0,02		0,30	0,48
11,5	0,25		0,22	0,06	0,11	0,01	0,46	0,71
12,0	0,48		0,35	0,10	0,21	0,06	0,62	
12,5			0,50	0,14	0,32	0,11	0,79	
13,0				0,18	0,43	0,15		
13,5				0,23	0,45	0,21		
14,0				0,28	0,65	0,27		

Gemeten waarden bij 20-25 °C met Na+ 0,1 M

Correctie van de gemeten waarden								
Andere producenten					Hanna Instruments			
pH	A	B	C	D	GP	HT	LT	HF
10,5	0,03							0,06
11,0	0,05	0,07	0,04					0,15
11,5	0,08		0,06	0,01			0,05	0,22
12,0	0,15	0,23	0,10	0,01	0,01		0,18	0,30
12,5	0,25		0,16	0,05	0,11	0,05	0,28	
13,0	0,48	0,46	0,26	0,11	0,23	0,11	0,35	
13,5			0,40	0,16	0,35	0,16	0,45	
14,0		0,82		0,21	0,48	0,20	0,54	



pH-meetsysteem

Temperatuur	KCl-concentratie				
°C	0,1 M	3,0 M	3,5 M	4,0 M	Verzadigd
10	336,2	260,2	255,6		254,3
15	336,2	258,5	253,8		251,1
20	335,9	256,9	252,0		247,9
25	335,6	254,9	250,1	245,9	244,4
30	335,1	253,0	248,1	243,8	241,1
35	334,4	250,8	246,0	241,6	237,6
40	333,6	248,7	243,9	239,3	234,0

correleren aan de elektrode. Wanneer de gebruiker een andere elektrode moet gebruiken voor een andere toepassing, dan zal het instrument de nieuwe elektrode herkennen en aangeven of deze eerder gekalibreerd is en zal het op de correcte manier verder gaan. Deze technologie heeft zich verspreid van industriële naar labometingen.

Alkalische fout

Een alkalische fout komt voor wanneer de elektrode natriumionen meet als waterstofionen. De pH meet lager dan zou moeten. De tabellen tonen de natriumfout van typische pH-sensoren (vergelijking tussen 4 producenten en 4 Hanna Instruments glazen).

Halve cel/referentie-elektrodes

Alle potentiometrische metingen worden genomen met twee elektrodes: een sensor met een potentiaal dat verschilt in functie van de concentratie van de te meten monsters, en een referentie-elektrode die de potentiaal constante houdt. De mV-meting is het verschil van deze twee waarden.

Kalomelelektrode

De kalomelelektrode heeft een patroon dat kwik bevat dat in contact komt met een kwikchloridepasta. Het wordt gedompeld in een oplossing van kaliumchloride die in contact staat met het te meten monster via een keramische filter. De concentratie kaliumchloride verschilt van gesatureerd tot 0,1 M. De kalomelelektrode reageert heel traag op temperatuursveranderingen, het kan zelfs uren duren om tot

(mV), geleverd door de kalomelelektrode met temperatuur.

Referentiehelvecel-junctie

De referentiehelvecel moet zo ontworpen worden dat contact tussen de vloeistof binnen in de halve cel en de geteste vloeistof toegelaten wordt. De vuloplossing moet voldoen aan verschillende vereisten:

- er mogen geen stoffen in het monster zitten die kunnen interfereren met het geteste monster
- de te meten oplossing mag niet reageren met de oplossing van de referentiehelvecel
- de te meten oplossing mag niet chemisch reageren met de oplossing van de referentiehelvecel.

De junctie (het deel in contact met de twee vloeistoffen) is gemaakt uit materialen die niet mogen interfereren of chemisch aangevallen mogen worden door de oplossingen. De materialen die het meeste gebruikt worden zijn:

Keramische filter met verschillende poreusheden, normaal gebruikt bij elektrodes met glazen behuizing, omdat keramiek eenvoudig in glas gesmolten wordt.

Filters van poreus PTFE (Poly-TetraFluoro-Ethyleen), ook met verschillende poreusheden. Dankzij zijn chemische voordelen wordt PTFE wijdverspreid gebruikt in industriële toepassingen.

een thermaal evenwicht te komen en het kan niet gebruikt worden voor temperaturen boven 70 °C. Er zijn ook bezorgdheden wat betreft kwik in het milieu.

De tabel toont de halvecelpotentiaal

Filters met microporeus gaas

worden toenemend gebruikt omdat, wanneer het stofachtige materiaal uit zijn positie gehaald wordt, de junctie vernieuwd wordt met een onvervuild, vers oppervlak.

Andere soorten juncties zijn onder andere:

Open junctie. De referentiehelvecel is gevuld met een speciale gel die in rechtstreeks contact komt met de te meten oplossing. Een voordeel van een open junctie is de lage contactweerstand en de virtuele onmogelijkheid om te verstoppelen.

Capillaire junctie: kan gemaakt worden uit gezandstraald glas, gebruikmakend van de microporeusheid van de gezandstraalde deeltjes van het contactoppervlak. Het voordeel van een capillaire junctie is dat het contact gemakkelijk verwijderd en gereinigd kan worden met speciale reinigingsoplossingen.

Hanna Instruments heeft met veel zorg gewerkt aan de ontwikkeling van efficiënte pH-meetsystemen. De vereiste onderdelen voor een pH-meting zijn:

1. Een **pH-elektrode**. Sensorhelvecel van een elektrochemische cel die meestal een speciaal glazen compositiemembraan bevat dat een spanning opwekt als reactie op een waterstofion-concentratie. Deze sensor wordt vaak gecombineerd met een referentie-elektrode om een combinatie te vormen.
2. **Referentie-elektrode**. De andere halve cel van de elektrochemische cel. Hij levert een stabiele spanning die alle veranderingen van

Temperatuur	KCl-concentratie	
°C	3,5 M	Verzadigd
05	218,7	218,7
10	215,2	213,8
15	211,7	208,9
20	208,2	204,0
25	204,6	198,9
30	200,9	193,9
35	197,1	188,7

de pH-elektrode meet. Het levert ook elektrische continuïteit met de oplossing die geanalyseerd wordt via zijn vloeistofjunctie.

3. Hoge ingangsimpedantiemeter.

Het is het meetinstrument dat de spanning van de elektrochemische cel omzet in een betekenisvolle meeteenheid (pH). De meting gebeurt met virtueel zonder stroomgolven om polarisatie van de elektrodes te voorkomen. Moderne pH-meters kunnen ook sensordiagnoses voorzien, automatische bufferherkenning, kalibratieherinneringen en geheugensteuntjes voor de gebruiker.

4. Chemische pH-buffers.

Stabiele bekende standaarden voor kalibratie. Twee of meer pH-buffers die het monster-pH-bereik benaderen worden aangeraden voor de meest nauwkeurige resultaten.

5. Een thermometer of temperatuursonde.

De temperatuur is vereist om de elektrode op een goede manier te kalibreren, aangezien buffers verschillende waarden bij verschillende temperaturen hebben. Een hulp of ingebouwde temperatuursonde en automatische bufferherkenning verzekeren dat bij de kalibratie en metingen temperatuur automatisch gecompenseerd worden, en fouten dus geëlimineerd worden.

6. Een magnetische roerder.

Een magnetische roerder, gebruikt in een labosetting, samen met magnetische roerstaven, agiteert continu de buffer en/of monsters om ze homogeen te houden zonder temperatuur- of monstergradaties

wordt het elektrolyt eerst verzadigd met zilverchloride.

De Ag/AgCl-halvecel reageert veel sneller op de temperatuursveranderingen dan de kalomelelektrode en kan gebruikt worden bij temperaturen hoger dan 70 °C voor een langere periode. De voordelen van de snelle reactie en het wijde bereik van temperatuurswerkingen heeft bijgedragen aan de populariteit van de Ag/AgCl-referentiehalvecel. Het is ook veiliger om te gebruiken. De tabel toont de potentiaal (mV) geleverd door de halvecel.

Aankopen op één plaats

Anders dan andere fabrikanten die instrumentatie maken, produceert Hanna Instruments alle onderdelen van een pH-meetsysteem zelf. Omdat we alle facetten onder controle hebben, leveren we topkwaliteit, garanderen we een snelle service en een uitrusting die correct samenwerkt. Het wekt dan ook geen verbazing dat Hanna Instruments ook innovatieve en handige toebehoren voor deze productenreeks ontwikkeld heeft.

Propere pH-elektrodes

Een propere pH-elektrode levert de beste metingen. Hanna Instruments heeft de effecten van een vervuild pH-oppervlak op de efficiëntie van een elektrode bestudeerd en heeft het probleem van hoe een glasoppervlak op een degelijke manier gereinigd moet worden, opgelost. Zoals hiervoor vermeld, vereist een pH-meting twee halvecelpotentialen. De pH-sensor is gevoelig voor veranderingen in waterstofion-concentratie en is normaalgezien gemaakt van een speciale glasmembraan ballon. Binnen in de glazen ballon is een (dicht bij pH 7) chloride bevattende bufferoplossing permanent afgesloten met een zilveren draad bekleed met zilverchloride. Dat vormt een stabiele inwendige sensorspanning. Als het uitwendige ballonoppervlak in dezelfde bufferoplossing geplaatst zou worden, zou het spanningsverschil miniem of nul

zijn. Als de waterstofconcentratie aan de buitenkant van de ballon (monsterkant) verandert, produceert de glazen ballon een elektrisch potentiaal gelijk aan 58,17 mV voor elke pH-eenheid (bij 20 °). De huidige waarde die gegenereerd wordt, hangt af van de exacte pH-glascompositie gebruikt tijdens het produceren van de pH-sensor. Elke producent gebruikt lichtjes verschillende samenstellingen van onderdelen, maar het meeste pH-glas bevat deze onderdelen in deze verhoudingen: 21,6 % Na₂O, 6,4 % CaO en 72 % SiO₂.

Een vuile pH-punt

Wanneer het oppervlak van een pH-ballon niet perfect proper is (bv. 10 % vervuild), is er 10 % minder monstercontact met de uitwendige ballon. Laten we aannemen dat de pH-sensor in een monster van pH 4 zit, maar een vettige afzetting heeft (waarde pH 7) op 10 % ervan. De spanning (EMF) die de sensor zal opwekken, kan berekend worden:

- 90 % van de sfeer: pH 7 binnen en pH 4 buiten
 $= 0,9 \times 3 \times 58,17 = 157,059 \text{ mV}$
- 10 % van de sfeer: pH 7 binnen en pH 7 buiten
 $= 0,1 \times 0 \times 58,17 = 0 \text{ mV}$ (deel van de vuile sfeer)
- de beschikbare EMF zal dan 157,059 mV zijn, in het geval van een propere elektrode, was de EMF:
 100 % van de sfeer: pH 7 binnen en pH 4 buiten
 $= 1 \times 3 \times 58,17 = 174,51 \text{ mV}$

Daarom levert een vuile elektrode minder EMF dan een propere.

Kalibratie van het instrument

Kalibratie van de pH-meter hangt af van de specifieke eigenschappen van de elektrode. De elektrode wordt eerst in de oplossing van pH 7 geplaatst en de instrument-offset wordt gekalibreerd, dan wordt de elektrode geplaatst in de oplossing van pH 4 of pH 10 en de helling van het

Zilver/zilverchloride-halvecel

De zilver/zilverchloride-elektrode is gemaakt uit een pure zilverdraad, elektro-omhuld door een laag zilverchloride. De elektrode wordt dan ondergedompeld in een kaliumchloride-oplossing in contact met het te meten monster via een keramische filter. Aangezien de geconcentreerde kaliumchloride de zilverchloride oplost,

instrument wordt gekalibreerd. Nadat het instrument gekalibreerd is, kan het nauwkeurig werken voor een paar uur of weken, afhankelijk van de eigenschappen van de vloeistof die getest wordt.

Als de elektrode proper is, zal de afwijking van het instrument 174,5 mV bedragen (zie het voorbeeld eerder gegeven), wat, wanneer gedeeld door de drie pH-eenheden, een verschil geeft van 58,1 mV voor elke pH-eenheid bij 20 °C. Als de elektrode vuil is, zal de afwijking 157,1/3=52,4 mV bedragen voor elke pH-eenheid. Beeld u nu eens in hoe een instrument zich zal gedragen als het gekalibreerd werd met een afwijking van 52,3 mV in plaats van 58,1 mV. Zolang het vuil in zijn originele positie blijft, zal het instrument correcte metingen geven. Als het vuil circuleert terwijl de pH-ballon in contact blijft met de te testen oplossing, zal het instrument opnieuw correct meten met een afwijking van 58,1 mV, maar het instrument dat voorheen gekalibreerd werd op 52,3 mV zal foutieve pH-waarden tonen. In dat geval zal elke meting een systematische fout van 11,11 % hebben.

Vuil kan van overal opduiken

Oogglazen worden vaak gebruikt, en het is algemeen bekend hoe gemakkelijk ze vuil worden. Elke vervuiling betekent een zeker foutpercentage wanneer de pH gemeten wordt. Hanna Instruments levert instrumenten die kalibratiefouten door plekken (vuil) kunnen detecteren. We hebben ook een breed bereik aan reinigungsoplossingen voor pH-elektrodes die deze handeling eenvoudig maakt voor gebruikers.

Conditioneren en bewaren

De glaselektrode mag niet gebruikt worden wanneer deze droog is. De ballon moet altijd gehydrateerd zijn of de actieve laag vergaat en het zal dan uren duren om het evenwicht te herstellen. De elektrode moet in een HI70300L oplossing bewaard worden.

We raden geen bewaring van de elektrode aan in alkalinebufferoplossingen met waarden hoger dan pH 9,18 of gedeïoniseerd water.

Referentie-elektrodes hebben ook voordeel van bewaring in de HI70300L oplossing. Als de referentie droog bewaard wordt, vormen er zich zoutkristallen rond de keramische junctie door de verdamping van elektrolyten. Deze kristallen worden eenvoudig gereinigd, maar er is ook gevaar op het ontwikkelen van luchtzakken in de poreuze junctie. Instabiliteit blijft totdat de keramische junctie bevochtigd wordt. Met keramische diafragma's kan dit evenwicht bereikt worden door onderdompeling in de HI 70300L oplossing voor een paar uur. Wanneer PTFE gebruikt wordt, kan een onderdompeling van 24 uur nodig zijn. Vermijd het gebruik van gedeïoniseerd water om glas en referentie-elektrodes te bewaren. Gedeïoniseerd water bevordert osmose met de zilte oplossing binnen in de referentie-elektrode en een hogere oplossingsnelheid.

Referentie-elektrodes hebben zowel gel- als vloeistofvulling (typisch voor laboratorium-elektrodes). Wanneer vloeistofoplossingen gebruikt worden, moet het opvulgat op de elektrodebehuizing opgehouden worden tijdens metingen om een positieve hoofddruk te verzekeren en de stroming van elektrolyten door de junctie van binnen in het elektrolytreservoir naar de buitenkant ervan te promoten. Dat bevordert de vorming van een goede stabiele vloeistofjunctie. Draai de dop van het opvulgat open tijdens metingen en sluit het daarna voor bewaring.

Het oplossingsniveau van de vloeistofopvulling zou moeten worden opgevuld tot juist onder het niveau van het opvulgat door het gepaste elektrolyt en een spuit te gebruiken. Het niveau mag niet onder 50 % van de elektrodelenkte vallen en moet altijd boven het niveau van de ondergedompelde sensor zijn.

Elektrolytoplossingen

HI7071	KCl 3,5 M verzadigd met AgCl
HI7082	KCl 3,5 M zonder AgCl

HI7072	KNO ₃ 1 M
HI8093	KCl 1 M + AgCl

Enkelvoudige junciereferentie

Dit is het meest voorkomende model, waarbij een Ag/AgCl-draad gedompeld wordt in een 3,5 molaire KCl + AgCl-oplossing. Zoals uitgelegd in het hoofdstuk referentie-elektrodes, moet het elektrolyt verzadigd zijn met AgCl om oplossing in de KCl-elektrolyt te vermijden. Het is mogelijk dat sporen van AgCl in contact komen met de monsteroplossing, waardoor zilverneerslag gevormd wordt die de junctie kan blokkeren.

Dubbele junciereferentie

Deze zilver/zilverchloride-gebaseerde halve cel heeft twee kamers voor elektrolyten. De inwendige kamer omvat de zilver/zilverchloride-draad en elektrolyt die chloride en AgCl bevat. Hij heeft contact met de uiterste kamer via een poreuze keramische junctie. De uiterste kamer dient als een zilvervrije bufferzone. Het elektrolyt kan bijvoorbeeld 3,5 M KCl of 1 M KNO₃ zijn. Een tweede junctie heeft contact met het monster van deze kamer. Het voordeel van dit ontwerp is de afwezigheid van zilver in het elektrolyt. Zilver reageert namelijk met trisbuffers en zware metalen en vormt een neerslag. Wanneer het zilver in de binnenste kamer gehouden wordt en KCl in de buitenste kamer, komt er geen neerslag en is de junctie properder, vrij van zilverneerslag. Het nadeel is, dat zo een elektrode een grotere verhittingsmogelijkheid heeft, wat een probleem kan zijn bij het meten van labomonsters op verschillende temperaturen. De dubbele junciereferentie wordt wijdverspreid gebruikt met proceselektrode-ontwerpen, vooral wanneer metingen in buizen genomen worden met werkdrukken tot 8 bar.

Controle van pH-elektrodes

Een typische pH-elektrode is ontworpen om 0,0 mV EMF op te wekken bij een pH van 7. Toch kan een nul-mV-meting plaatsvinden omwille van verschillende redenen.

- Gezonde elektrode bij pH 7

- Kortsluiting kabel
- Connector heeft kortsluiting
- pH-glas is gebroken
- De kabel lekt
- De hoge impedantie fase voor type pH-meter is beschadigd.

Controleer daarom altijd uw pH-elektrode op minstens twee verschillende buffers.

Connectoren voor pH-elektrodes

Zoals hiervoor beschreven, bestaat een pH-elektrode uit een halve cel van pH-gevoelig glas en een referentie-elektrode. Uit het uiteinde van elke elektrode komt een verbindingsdraad. Een pH-elektrode heeft daarom twee conductoren nodig.

Een speciale geïsoleerde kabel is vereist om het hoge impedantie mV-sigitaal van de pH-sensor te dragen zonder een spanningsvermindering en fout in de pH-waarde mee te maken. pH-glasimpedantie kan variëren van een paar MΩ tot 800 MΩ, afhankelijk van de glasoort en de temperatuur. Om precieze metingen (0,001 pH) te verzekeren, is de verbindingskabel uitzonderlijk belangrijk en moet deze een impedantie hebben die 14.000 keer groter is dan die van de glaselektrode ($800 \text{ M}\Omega \times 14\,000 = 11,2 \times 10^{12} \Omega$).

Elke isolatie van minder dan $10^{12} \Omega$ zal zorgen voor foutieve metingen. In het geval van lekkage verschijnt een trage stroom van de elektrode. pH-metingen moeten gebeuren zonder stroomgolven.

Lekkagestromen hoger dan 2 pA (picoampère) zal de elektrode beschadigen en polarisatie veroorzaken. Een elektrode die een paar picoamp kreeg gedurende slechts een paar seconden, zal uren nodig hebben om te recupereren en opnieuw metingen te nemen. Op het einde van de kabel is er een tweegeleiderconnector. De meest voorkomende versie, die de hoge waarde van de vereiste isolatie

kan dragen, is de BNC-connector met PTFE isolatie.

Het gebruik van de BNC-connectoren kan overbodig worden door de ernstige beperkingen door het gebruik van slechts twee draden.

Kabellengte voor pH-elektrodes

Zoals eerder uitgelegd, heeft een pH-elektrode een basisimpedantie van 100 MΩ en, afhankelijk van de temperatuur, kan deze ook 800 MΩ bereiken.

De verbindingskabel moet coaxiaal zijn met de goed geïsoleerde binnenkant (PTFE). De kabel is daardoor een condensator, wat betekent dat hoe hoger de systeemimpedantie is, hoe hoger de oplaadtijd van de condensator is. De tijd voor het herladen van de condensator hangt ook af van de tijd die nodig is voor een correcte meting.

Door de beperkingen die genoemd werden, moeten kabels langer dan 5 meter vermeden worden.

In industriële installaties moet een signaal van de sensor vaak veel grotere afstanden dan 5 meter overbruggen. Vaak wordt een toestel gebruikt dat bekend staat als een tweedraads transmitter, om de spanning van de sensor om te zetten in een stroom voor verzending. De stroom kan lange afstanden afleggen naar een meetinstrument, een controller of andere instrumenten die het 4-20 mA signaal gebruiken. De HI8614 en HI8614L zijn tweedraads transmitters die waterdichte behuizingen hebben en galvanisch geïsoleerde stroom vereisen (HI8614: 18 tot 30 Vdc, HI8614L: 20 tot 36 Vdc). Deze transmitters dragen het 4-20 mA signaal over dezelfde twee draden als de stroom. De lokale pH-aanduiding in de buurt van de sensor maakt de installatie van de pH-elektrode snel en eenvoudig. Het nadeel van deze technologie is dat het ontvangende toestel de stroominput moet aanvaarden en gebruiken.

Een andere aanpak voor het dragen van een pH-sigitaal over een lange afstand zonder verlies van signaal wordt gerealiseerd met de Hanna Instruments AmpHel®-elektrode. Deze voorversterkte pH-elektrode bevat zijn eigen hoge impedantie-pH-versterker met vereiste batterijen. Het typische hoge impedantiesigitaal van een pH-ballon wordt beperkt tot een laag impedantiesigitaal. Het lage impedantiesigitaal kan over lange afstanden (100 m) gedragen worden, zonder degradatie. De voorversterker heeft een levensduur van ongeveer drie jaar vanaf de datum van productie. Deze lange levensduur overschrijdt de typische levensduur van een pH-glasballon.

Moeilijke installaties door kabelproblemen: kabellekkage

Wanneer een hoge impedantie coaxiale kabel op meer dan vijf meter verwijderd van de elektrode geïnstalleerd wordt, kan deze ook onderhevig aan stroomlekkage zijn. Installateurs plaatsen sensorkabels redelijk vaak in leidingen en begraven ze onder de grond. Tijdens de installatie van de kabel, kan de isolatie beschadigd of geplooid worden door rond scherpe hoeken te draaien of tegen uitsteeksels in de pijpen te schuren. Het omzoomde metalen scherm dat het referentiehalvecel-sigitaal draagt, bevindt zich onder de uiterste draad en kan blootgesteld worden aan het oppervlak van de leiding.

Ondergrondse leidinginstallaties kunnen vochtig worden tijdens regen-seizoenen en vormen een geleidend pad naar de leiding. Als het referentiesigitaal 'geaard' wordt, kan de referentiespanning veranderd worden door veel mV en de pH-metingen zullen fout zijn. Dat is een andere goede reden om pH-kabellengtes langer dan 5 meter te vermijden.

Patchkabelverbindingen (PG13.5 schroefkop)

Sommige producenten hebben het gebruik van inwendige sensorconnectoren, die gebruikt worden

met een afzonderlijke patchkabel, overgenomen. De connector wordt rechtstreeks gemonteerd op de top van de elektrode, waar hij verbonden is met een afzonderlijke connector op een patchkabel met draad. De patchkabel blijft verbonden met de meter, of via een leiding als een permanente bevestiging. De top van de elektrode is kwetsbaar voor procesvocht of condensatie. Deze verbinding lijdt onder vochtindringing, met als resultaat spanningsvermindering door verlies van kabelisolatie. In kritieke controletoepassingen kan een afwijking in pH schadelijke toevoegingen aan het proces veroorzaken die een volledig industrieel bad kunnen ruïneren.

ORP-elektroden

Wanneer oxidanten en/of reductoren opgelost worden in een waterachtig monster, reageren ze met aanwezige materialen en produceren ze een spanning (EMF) die verbonden is met de ratio van het geoxideerde om de stoffen in het monster te verminderen. Er kan zich een elektronenuitwisseling ontwikkelen tussen deze oplossing en een inerte metalen sensor ondergedompeld in de oplossing, en de spanning kan gemeten worden (wanneer vergeleken met een referentie-elektrode) met een pH/mV-meter. Dit type van metingen staat bekend als redox of ORP, en de eenheid van metingen is de mV. Op het eerste zicht lijkt een ORP-elektrode misschien heel erg op een pH-elektrode. Net zoals een gecombineerde pH-elektrode, zijn zowel de 'sensor' en de referentie omhuld door een gewone behuizing. Een typisch gebruik voor dit soort elektrode is als indicator in een ORP-type titratie.

De meetschaal kan positief zijn (wat duidt op oxidatie) of negatief (wat duidt op reductie). Opmerking: Wanneer er een mV-nulwaarde is, gaat het om een oxiderende situatie omdat de referentiespanning (~200 mV voor een Ag/AgCl met KCl-elektrolyt) in de waargenomen mV-waarde zit. In sommige gevallen wil de gebruiker de meting verschuiven om de

referentiebijdrage te verwijderen. De mV benadert dan de absolute mV-schaal die verwijst naar een SWE (standaard waterstofelektrode). Een ORP-elektrode moet chemisch inert zijn, het kan zelf niet geoxideerd of gereduceerd worden. Het moet ook de juiste oppervlakte-eigenschappen hebben om snelle elektronenuitwisseling te bevorderen, een eigenschap die hoge uitwisselingsstroomdichtheid genoemd wordt. Twee edele metalen hebben een bewezen goede werking voor dit doel.

Puur platina en puur goud worden beiden gebruikt in de constructie van ORP-elektrodes. De platina sensor heeft vaak de voorkeur omdat deze mechanisch eenvoudiger en veiliger is om te produceren. Platina kan gesmolten worden in glas en heeft dezelfde thermale coëfficiënt.

Sensoren gemaakt van goud kunnen niet in het glas gesmolten worden en worden vaak in plastic steunen geplaatst, bevestigd aan de glazen of plastic buis door middel van kleine elastomerische sponnen. Het signaal van de gouden of platina sensor gaat door de elektrode behuizing, en wordt samen met het referentiesignaal naar het meetinstrument geleid via een coaxiale kabel met BNC-connector.

Een ORP-systeem heeft geen hoge impedantiebron (zoals een pH-ballon), maar is een potentiometrisch instrument dat een spanning produceert (zoals pH). Het gebruikt ook gelijkaardige kabels, connectoren en kalibratieoplossingen. Daarom is een hoge impedantie-elektronische meter (pH) met veel gebruiksvriendelijke eigenschappen ook een voordeel voor deze metingen.

Door de dichte verwantschap tussen pH en ORP, is er een schaal die rekening houdt met de ratio (mV) ORP/pH, de rH-schaal. Het rH-bereik varieert van 0 tot 42, waar de extreme waarden het reducerende effect vertegenwoordigen van respectievelijk een atmosfeer van pure waterstof (rH=0) tot het oxiderende effect van een atmosfeer van pure zuurstof (rH=42).

Dit is de formule voor het bereiken van de rH-waarde:

$$rH = mV + 2 \text{ pH}$$

$$0,0992 (273,14 + T)$$

waar *T* de temperatuur (°C) is van het monster, *mV* de ORP (mV) meting is, en *pH* de pH-waarde van het monster is

De rH-schaal wordt niet gebruikt bij de instrumenten beschikbaar op de markt en de rechtstreekse mV-meting van de elektrode wordt geprefereerd, binnen het ±2000 mV-bereik, zonder compensatie/correlatie met de pH/temperatuurwaarde.

Aanbevolen werkteemperatuur

A	-5 tot 30 °C	
B	20 tot 40 °C	
C	30 tot 85 °C	

pH-elektrodes met BNC-connectie



Code	HI1043B	HI1053B	HI1083B	HI1093B
Omschrijving	Hervulbare, combinatie-pH-elektrode met dubbele junctie	Hervulbare, combinatie-pH-elektrode met conische ballon	Combinatie-pH-elektrode met micro ballon voor kleine monsters	Hervulbare, combinatie-pH-elektrode met uitgebreide lengte en micro-ballon
Referentie	Dubbel, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Keramisch, enkelvoudig/15-20 µl/H	Keramisch, drievoudig/40-50 µl/H	Open	Open
Elektrolyt	KCl 3,5 M	KCl 3,5 M	Viscolene	Viscolene
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar
Bereik	pH: 0 tot 14 T: 0 tot 100 °C	pH: 0 tot 12 T: -5 tot 100 °C	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 50 °C	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 50 °C
Uiteinde/vorm	Sferisch (dia: 9,5 mm)	Conisch (12 x 12 mm)	Sferisch (dia: 3 mm)	Sferisch (dia: 3 mm)
Temperatuursensor	Nee	Nee	Nee	Nee
Versterker	Nee	Nee	Nee	Nee
Materiaal behuizing	Glas	Glas	Glas	Glas
Kabel	Coaxiaal, 1 m	Coaxiaal, 1 m	Coaxiaal, 1 m	Coaxiaal, 1 m
Aanbevolen gebruik	Koolwaterstof, verven, solventen, zeewater, sterk zuur en base, monsters met hoge geleidbaarheid, trisbuffer	Vetten en crèmes, grondmonsters, drinkbaar water, halfvaste producten, lage geleidbaarheidsoplossingen, emulsies	Biotechnologie, monsters <100 µl	NMR-buizen
Aanbevolen werktmp.	30 tot 85 °C	-5 tot 30 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C
Afmetingen	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 3 mm	130 mm, Ø 3 mm
Connectie	BNC	BNC	BNC	BNC



Code	HI1230B	HI1331B	HI1330B	HI1343B
Omschrijving	Combinatie pH-elektrode	Combinatie pH-elektrode	Combinatie pH-elektrode	Combinatie pH-elektrode
Referentie	Dubbel, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Hg/Hg ₂ Cl ₂
Junctie/stroomsnelheid	Keramisch, enkelvoudig/15-20 µl/H	Keramisch, enkelvoudig/15-20 µl/H	Keramisch, enkelvoudig/15/20 µl/H	Keramisch, enkelvoudig/15/20 µl/H
Elektrolyt	Gel	KCl 3,5 M + AgCl	KCl 3,5 M + AgCl	KCl 3,5 M
Max. druk	2 bar	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar
Bereik	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 70 °C	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 70 °C	pH: 0 tot 12 T: -5 tot 70 °C	pH: 0 tot 14 T: 0 tot 60 °C
Uiteinde/vorm	Sferisch (dia: 7,5 mm)	Sferisch (dia: 7,5 mm)	Sferisch (dia: 5 mm)	Sferisch (dia: 7,5 mm)
Temperatuursensor	Nee	Nee	Nee	Nee
Versterker	Nee	Nee	Nee	Nee
Materiaal behuizing	PEI	Glas	Glas	PEI
Kabel	Coaxiaal, 1 m	Coaxiaal, 1 m	Coaxiaal, 1 m	Coaxiaal, 1 m
Aanbevolen gebruik	Veldtoepassingen	Flessen	Vials en testbuizen	Trisbuffer
Aanbevolen werktemp.	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C
Afmetingen	120 mm, Ø 12 mm	210 mm, Ø 8 mm	120 mm, Ø 5 mm	120 mm, Ø 12 mm
Connectie	BNC	BNC	BNC	BNC



Code	HI2031B	HI72911B	HI1332B	FC200B
Omschrijving	Hervulbare, speeruiteinde combinatie-pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode
Referentie	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Keramisch, enkelvoudig/ 15-20 µl/H	PTFE	Keramisch, enkelvoudig/ 15-20 µl/H	Open
Elektrolyt	KCl 3,5M + AgCl	Polymeer	KCl 3,5M	Viscolene
Max. druk	0,1 bar	3 bar	0,1 bar	0,1 bar
Bereik	pH: 0 tot 12 T: -5 tot 70 °C	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 80 °C	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 70 °C	pH: 0 tot 12 T: 0 tot 50 °C
Uiteinde/vorm	Conisch (6 x 10 mm)	Plat	Sferisch (dia: 7,5 mm)	Conisch (6 x 10 mm)
Temperatuursensor	Nee	Ja	Nee	Nee
Versterker	Nee	Ja	Nee	Nee
Materiaal behuizing	Glas	AISI 316 roestvrij staal	PEI	PVDF
Kabel	Coaxiaal, 1 m	7-polig, 1m	Coaxiaal, 1m	Coaxiaal, 1m
Aanbevolen gebruik	Zuivel en halfvaste producten	Koeltorens, boilers, HI98191	Chemicaliën, veldtoepassingen, kwaliteitscontrole	Melk, yoghurt, zuivelproducten, halfvast voedsel
Aanbevolen werktmp.	-5 tot 30 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C	-5 tot 30 °C
Afmetingen	75 mm, Ø 6 mm	110 mm, Ø 14 mm	120 mm, Ø 12 mm	75 mm, Ø 6 mm
Connectie	BNC	BNC + banaan	BNC	BNC

ORP-elektrodes met BNC-connectie



Code	HI3131B	HI3230B	HI4430B
Omschrijving	Hervulbare combinatie ORP-elektrode	ORP-elektrode	Gevuld met gel, combinatie ORP-elektrode met gouden pin
Referentie	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Keramisch, enkelvoudig/ 15/20 µl/H	Keramisch, enkelvoudig/ 15-20 µl/H	Keramisch, enkelvoudig/ 15-20 µl/H
Elektrolyt	KCl 3,5M + AgCl	Gel	Gel
Max. druk	0,1 bar	2 bar	2 bar
Bereik	ORP T: -5 tot 70 °C	ORP: ±2000 mV T: -5 tot 70 °C	ORP: ±2000 mV T: -5 tot 70 °C
Uiteinde/vorm	Platina pin	Platina pin	Gouden pin
Temperatuursensor	Nee	Nee	Nee
Versterker	Nee	Nee	Nee
Materiaal behuizing	Glas	PEI	PEI
Kabel	Coaxiaal, 1 m	Coaxiaal, 1m	Coaxiaal, 1m
Aanbevolen gebruik	Laboratorium algemeen gebruik, ORP-titraties	Gemeentewater, kwaliteitscontrole	Oxidanten, ozon
Aanbevolen werktemp.	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C
Afmetingen	150 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm
Connectie	BNC	BNC	BNC



*FC098 en FC099
messen uit roestvrij staal voor
vleespenetratie (optioneel)*



Code	FC230B	HI1048B	HI1413B	HI14143/50
Omschrijving	Combinatie pH-elektrode met behuizing uit PVDF	pH-elektrode met Clogging Prevention System (CPSTM)	pH-elektrode	pH-elektrode
Referentie	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Open	Open, CPSTM	Open	Open
Elektrolyt	Viscolene	KCl 3,5M	Viscolene	Viscolene
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar
Bereik	pH: 0 tot 12 T: 0 tot 50 °C	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 80 °C	pH: 0 tot 12 T: -5 tot 50 °C	pH: 0 tot 12 T: -5 tot 50 °C
Uiteinde/vorm	Conisch (6 x 10 mm)	Sferisch (dia: 8 mm)	Plat	Plat
Temperatuursensor	Nee	Nee	Nee	Nee
Versterker	Nee	Nee	Nee	Nee
Materiaal behuizing	PVDF	Glas	Glas	Glas
Kabel	Coaxiaal, 1m	Coaxiaal, 1m	Coaxiaal, 1m	Coaxiaal, 1m
Aanbevolen gebruik	Vlees, halfbevoren producten	Wijn, most	Oppervlakken, huid, leder, papier, emulsies	Huid, hoofdhuid
Aanbevolen werktemp.	-5 tot 30 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C
Afmetingen	36 mm, Ø 6 mm	120 mm, Ø 8 mm	110 mm, Ø 12 mm	50 mm
Connectie	BNC	BNC	BNC	BNC

Elektrodes met 3,5 mm jack-connectie

voor edge



Code	HI11310	HI11311	HI10530	HI10430
Omschrijving	hervulbare, combinatie, digitale pH-elektrode	hervulbare, combinatie, digitale pH-elektrode met Sensor Check™	hervulbare, combinatie, digitale pH-elektrode met conisch uiteinde	hervulbare, combinatie, digitale pH-elektrode met dubbele junctie
Referentie	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl
Junctie	keramisch, enkelvoudig 15-20 µL/h	keramisch, enkelvoudig 15-20 µL/h	keramisch, driedubbel 40-50 µL/h	keramisch, driedubbel 40-50 µL/h
Elektrolyt	KCl 3,5M	KCl 3,5M	KCl 3,5M	KCl 3,5M
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar
Bereik	0 tot 14 pH	0 tot 14 pH	0 tot 13 pH	0 tot 13 pH
Werktemperatuur	-5 tot 100 °C - HT	-5 tot 100 °C - HT	-5 tot 100 °C - LT	-5 tot 100 °C - HT
Uiteinde	sferisch (dia: 9.5 mm)	sferisch (dia: 9.5 mm)	conisch (12 x 12 mm)	sferisch (dia: 9.5 mm)
Temperatuursensor	ja	ja	ja	ja
Matching pin	nee	ja	nee	nee
Versterkt	ja	ja	ja	ja
Materiaal behuizing	glas	glas	glas	glas
Kabel	1 m	1 m	1 m	1 m
Aanbevolen gebruik	Algemeen laboratoriumgebruik, bier	Algemeen laboratoriumgebruik, bier	Vetten en crèmes, grondmonsters, drinkbaar water, halfvaste producten, oplossingen met lage geleidbaarheid, emulsies	Koolwaterstoffen, lakken, oplosmiddelen, zeewater, sterke zuren en basen, monsters met hoge geleidbaarheid, trisbuffer
Afmetingen	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm
Connectie	3,5 mm jack	3,5 mm jack	3,5 mm jack	3,5 mm jack



*FC098 en FC099
messen uit roestvrij staal voor
vleespenetratie (optioneel)*

Code	HI10480	FC2020	FC2320
Omschrijving	hervulbare, digitale pH-elektrode met CPS™ (clogging prevention system)	digitale pH-elektrode	digitale pH-elektrode
Referentie	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl
Junctie	open/CPS™	open	open
Elektrolyt	KCl 3,5M	viscolene	viscolene
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar
Bereik	0 tot 12 pH	0 tot 12 pH	0 tot 12 pH
Werktemperatuur	0 tot 80 °C - LT	0 tot 60 °C - LT	0 tot 60 °C - LT
Uiteinde	koepelvormig (dia: 8 mm)	conisch (6 x 10 mm)	conisch (6 x 10 mm)
Temperatuursensor	ja	ja	ja
Matching pin	nee	ja	nee
Versterkt	ja	ja	ja
Materiaal behuizing	glas	PVDF	PVDF
Kabel	1 m	1 m	1 m
Aanbevolen gebruik	Wijn	Zuivel	Vlees
Afmetingen	120 mm, Ø 7,5 mm	75 mm, Ø 6 mm	36 mm, Ø 6 mm
Connectie	3,5 mm jack	3,5 mm jack	3,5 mm jack



Code	HI12300	HI12301	HI36180	HI36200
Omschrijving	combinatie, digitale pH-elektrode	combinatie, digitale pH-elektrode	digitale ORP-elektrode	digitale ORP-elektrode
Referentie	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	enkel, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	ceramisch, enkel 15-20 $\mu\text{L/h}$	ceramisch, enkel 15-20 $\mu\text{L/h}$	ceramisch, enkel 15-20 $\mu\text{L/h}$	ceramisch, enkel
Elektrolyt	gel	gel	KCl 3,5M + AgCl	gel
Max. druk	2 bar	2 bar	0,1 bar	2 bar
Bereik	pH: 0 tot 13	pH: 0 tot 13	ORP: ± 2000 mV	ORP: ± 2000 mV
Werktemperatuur	-5 tot 70 °C - GP	-5 tot 70 °C - GP	-5 tot 100 °C	-5 tot 70 °C
Uiteinde	sferisch (dia: 7,5 mm)	sferisch (dia: 7,5 mm)	platina pin	platina pin
Temperatuursensor	ja	ja	ja	ja
Matching pin	nee	ja	nee	ja
Versterkt	ja	ja	ja	ja
Materiaal behuizing	PEI	PEI	glas	PEI
Kabel	1 m	1 m	1 m	1 m
Aanbevolen gebruik	Veldtoepassingen	Veldtoepassingen	Veldtoepassingen	Veldtoepassingen
Afmetingen	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm
Connectie	3,5 mm jack	3,5 mm jack	3,5 mm jack	3,5 mm jack

pH-elektrodes met BNC- + RCA-connectie



Code	HI1048Y	HI1131Y	HI1230Y
Omschrijving	pH-elektrode met Clogging Prevention System (CPSTM)	Hervulbare pH-elektrode	Combinatie pH-elektrode
Referentie	Dubbel, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Open, CPSTM	Keramisch, enkelvoudig / 15-20 µL/h	Keramisch, enkelvoudig/15-20 µL/H
Elektrolyt	KCl 3,5M	3,5 M KCl	Gel
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	2 bar
Bereik	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 80 °C	pH: 0 tot 14 T: 0 tot 100 °C	pH: 0 tot 13 T: 0 tot 70 °C
Uiteinde/vorm	Sferisch (dia: 8 mm)	Sferisch	Sferisch (dia: 7,5 mm)
Temperatuursensor	Ja	Ja	Ja
Versterker	Nee	Ja	Nee
Materiaal behuizing	Glas	Glas	PEI
Kabel	Coaxiaal, 1m	1 m	Coaxiaal, 1 m
Aanbevolen gebruik	Wijn, most	Algemeen en laboratorium	Veldtoepassingen
Aanbevolen werkt. temp.	20 tot 40 °C	0 tot 100 °C	20 tot 40 °C
Afmetingen	120 mm, Ø 8 mm	Ø 12 mm	120 mm, Ø 12 mm
Connectie	BNC + RCA	BNC + RCA	BNC + RCA

pH-elektrodes met Quick DIN-connectie



Code	HI11313	HI11103	HI12303	HI10533
Omschrijving	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode
Referentie	Dubbel, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Keramisch, enkelvoudig / 15-20 µL/h	Keramisch, enkelvoudig / 15-20 µL/h	Keramisch, enkelvoudig / 15-20 µL/h	Keramisch, driedubbel / 40-50 µL/h
Elektrolyt	3,5 M KCl	Gel	Gel	3,5 M KCl
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	2 bar	0,1 bar
Bereik	pH: 0 tot 14	pH: 0 tot 13	pH: 0 tot 13	pH: 0 tot 12
Uiteinde/vorm	Sferisch	Sferisch	Sferisch	Conisch
Temperatuursensor	Ja	Ja	Ja	Ja
Versterker	Ja	Ja	Ja	Ja
Materiaal behuizing	Glas	Glas	PEI	LT-glas
Kabel	1 m	1 m	1 m	1 m
Aanbevolen gebruik	Algemeen en laboratorium	Algemeen en laboratorium	Veld	Vloei-, halfvaste stoffen
Aanbevolen werktemp.	0 tot 100 °C	0 tot 80 °C	0 tot 70 °C	-5 tot 70 °C
Afmetingen	Ø 12 mm	Ø 12 mm	Ø 12 mm	Ø 12 mm
Connectie	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN



Code	HI12963	FC2153	HI12923	HI12883
Omschrijving	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode
Referentie	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Cloth	Keramisch, driedubbel	Keramisch, driedubbel	Cloth
Elektrolyt	Gel	KCl 3,5 M + AgCl	KCl 3,5 M + AgCl	Gel
Max. druk	3,0 bar	0,1 bar	0,1 bar	1 bar
Bereik	0 tot 13 pH 0 tot 80 °C	0 tot 12 pH 0 tot 70 °C	0 tot 12 pH -5 tot 70 °C	pH: 0 tot 13 EC: 0 tot 20 mS/cm T: 0 tot 60 °C
Uiteinde/vorm	Sferisch	Sferisch	Conisch	Sferisch (dia: 8,5 mm)
Temperatuursensor	Ja	Ja	Ja	Ja
Versterker	Ja	Ja	Ja	Ja
Materiaal behuizing	Titanium	Glas	Glas	PVC
Kabel	1 m	1 m	1 m	7-polig, 2 m
Aanbevolen gebruik	Veld, HI991001	Drinkbaar water, HI99192	Bodem, HI98168	Waterbehandeling, landbouw, boilers, koeltorens, HI991300, HI991301
Aanbevolen werktmp.	0 tot 80 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C
Afmetingen	Ø 14 mm	Ø 12 mm	Ø 12 mm	110 mm, Ø 20 mm
Connectie	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN



Code	HI14143	HI14143/50	HI629113	HI729113
Omschrijving	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode
Referentie	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Open	Open	PTFE	PTFE
Elektrolyt	Viscolene	Viscolene	Polymeer	Polymeer
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	3 bars	3 bar
Bereik	0 tot 12 pH 0 tot 50 °C	0 tot 12 pH 0 tot 50 °C	0 tot 13 pH 0 tot 80 °C	0 tot 13 pH 0 tot 80 °C
Uiteinde/vorm	vlak	vlak	vlak	vlak
Temperatuursensor	Ja	Ja	Ja	Ja
Versterker	Ja	Ja	Ja	Ja
Materiaal behuizing	Glas	Glas	Titanium	Inox
Kabel	1 m	1 m	1 m	1 m
Aanbevolen gebruik	Leder, papier, HI99171	Huid, HI99181	Plaatbaden, HI99131	Afvalwater, HI99141
Aanbevolen werktomp.	20 tot 40 °C	20 tot 40 °C	-5 tot 30 °C et 20 tot 40 °C	20 tot 40 °C
Connectie	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN



*FC 098 en FC099
messen uit roestvrij staal voor vlees-
penetratie (optioneel)*

Code	FC2323	FC2023	FC10483	FC2143
Omschrijving	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode	pH-elektrode
Referentie	Enkelvoudig	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Dubbel, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Open	Open	Open, CPS	Cloth
Elektrolyt	Viscolene	Viscolene	KCl 3,5 M	Gel
Max. druk	0,1 bar	0,1 bar	0,1 bar	3 bar
Bereik	0 tot 12 pH 0 tot 50 °C	0 tot 12 pH 0 tot 50 °C	0,00 tot 13,00 pH -5 tot 80 °C	0 tot 12 pH 0 tot 80 °C
Uiteinde/vorm	Conisch	Conisch	Sferisch	Sferisch
Temperatuursensor	Ja	Ja	Ja	Ja
Versterker	Ja	Ja	Ja	Ja
Materiaal behuizing	PVDF	PVDF	Glas	Titanium
Kabel	1 m	1 m	1 m	1 m
Aanbevolen gebruik	Vlees, HI99163	Zuivel, HI99161, HI98161	Wijn, HI99111	Bier, HI99151, HI98167
Aanbevolen werktemp.	0 tot 50 °C	0 tot 50 °C	0 tot 50 °C	0 tot 80 °C
Afmetingen	36 mm, Ø 6 mm	Ø 6 mm	120 mm, Ø 12 mm	Ø 14 mm
Connectie	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN	Quick DIN

pH/ORP-elektrodes met Quick DIN-connectie



Code	HI12973	HI36183
Omschrijving	pH/ORP-elektrode	ORP-elektrode
Referentie	Enkelvoudig, Ag/AgCl	Enkelvoudig, Ag/AgCl
Junctie/stroomsnelheid	Cloth	Keramisch, simple / 15-20 $\mu\text{L/h}$
Elektrolyt	Gel	3,5 M KCl + AgCl
Max. druk	3 bar	0,1 bar
Bereik	0 tot 13 pH 0 tot 80 °C	$\pm 2000 \text{ mV}$
Uiteinde/vorm	pH: conisch ORP: platina	Platina
Temperatuursensor	Ja	Ja
Versterker	Ja	Ja
Materiaal behuizing	Titanium	Glas
Kabel	1 m	1 m
Aanbevolen gebruik	Waterbehandeling, zwembaden, HI991003	Algemeen en laboratorium
Aanbevolen werkt. temp.	20 tot 40 °C	-5 tot 70 °C
Afmetingen	$\varnothing 14 \text{ mm}$	$\varnothing 12 \text{ mm}$
Connectie	Quick DIN	Quick DIN

Elektrodes met bluetooth-connectie



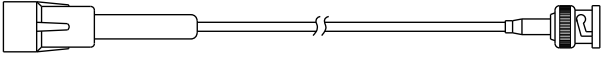
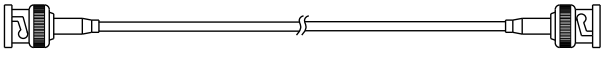
Code	HI12922	HI10482	FC2142	HI13302	HI14142
Referentie	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	enkel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl
Junctie/ stroomsnelheid	ceramisch/ driedubbel	open/ CPS	cloth	ceramisch/ 15-20 µL/h	open
Elektrolyt	3.5M KCl	3.5M KCl	gel	3.5M KCl + AgCl	viscolene
Bereik	pH: 0 tot 12	pH: 0 tot 12	pH: 0 tot 13	pH: 0 tot 12	pH: 0 tot 12
Vorm	conisch (12 x 12 mm)	bol (dia: 8 mm)	sferisch	sferisch (diam. 5 mm)	vlak
Buitentste diam. (glas)	12 mm	12 mm		5 mm	12 mm
Sondelengte	120 mm	120 mm	120 mm	80 mm	113 mm
Werkings temperatuur	-5 tot 70 °C	0 tot 80 °C	0 tot 80 °C	-5 tot 50 °C	0 tot 50 °C - LT
Omgeving	0,0 to 50,0°C, elektronische module is niet waterbestendig				
Temperatuursensor	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Materiaal body	Glas	Glas	Titanium	Glas	Glas
Connectie	Bluetooth Smart (4.0), 10 m bereik				
Batterij	CR2032 3V lithium ion ca. 500 u				
Toepassing	Grond, watercultuur	Sap, most, zwevende stoffen, wijn	Bier, wort	Testtubes, vials	Agar, voeding, leder, papier, huid



Code	HI10832	HI11102	HI11312	HI12302	FC2022
Referentie	enkel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl	dubbel, Ag/AgCl
Junctie	open	ceramisch	ceramisch	ceramisch	open junctie
Elektrolyt	viscolene	gel	3,5M KCl	gel	viscolene
Bereik	pH: 0 tot 13	0.00 tot 12.00 pH ±420 mV -5.0 tot 80.0 °C	0.00 tot 14.00 pH ±420 mV -5.0 tot 80.0 °C	0.00 tot 12.00 pH ±420 mV -5.0 tot 70.0 °C	0.00 tot 12.00 pH ±420 mV 0.0 tot 60.0 °C
Vorm	sferisch (diam. 3 mm)	sferisch	sferisch	koepelvormig	conisch
Buitenste diam. (glas)	3 mm	12 mm (glas)	12 mm (glas)	12 mm (plastic)	12 mm tot 8 mm (plastic)
Sondelengte	120 mm	183 mm	195 mm	165 mm	131 mm
Werkings temperatuur	0 tot 50 °C - GP	-5.0 tot 80,0 °C	-5.0 tot 80,0 °C	-5.0 tot 70,0 °C	0.0 tot 60,0 °C
Omgeving	0,0 to 50,0°C, elektronische module is niet waterbestendig				
Temperatuursensor	Nee	Intern	Intern	Intern	Intern
Materiaal body	Glas	Glas	Glas	PEI	PVDF
Connectie	Bluetooth® Smart (Bluetooth® 4.0), 10 m bereik				-
Batterij	CR2032 3 V lithium ion/ong. 500 u				-
Toepassing	Testtubes, vials				

Kabels

voor elektrodes

Onderdeelnummer	Kabellengte	Kabels/connectoren	Omschrijving
HI7855/1	1m		3,0 mm kabel met schroeftype en BNC-connectoren
HI7855/10	10 m		
HI7855/15	15 m		
HI7855/3	3 m		
HI7855/5	5 m		3,0 mm kabel met BNC-connectoren
HI7858/1	1m		
HI7858/10	10 m		
HI7858/5	5 m		

Types connecties



BNC



DIN



Quick DIN



3,5 mm jack



banaan + BNC



schroef

Ion-selectieve elektroden

ISE-elektrodetypes

Hanna Instruments' ion-selectieve elektrodes kunnen, gebaseerd op hun samenstelling, worden gegroepeerd in drie algemene categorieën.



Solid-state

Solid state-elektrodes zijn beschikbaar als enkelvoudige halve cellen of als combinatie-elektrodes, volledig met referentie-elektrode. Deze elektrodes bevatten een stevig detectie-oppervlak, gemaakt uit samengeperste zilverhalogeniden, of uit vast kristallijn materiaal. Hanna Instruments levert o.a. sensoren voor de bepaling van broom, cadmium, chloride, cyanide, fluoride, jodide, koper, lood en zilverionen. De robuuste behuizingsconstructie is extra stevig voor een lange levensduur.

Theorie: een solid state-elektrode ontwikkelt een spanning door ionen-uitwisseling tussen het monster en het anorganische membraan. Er treedt een evenwichtsmechanisme op doordat het membraanmateriaal van het monster een beperkte oplosbaarheid heeft.



Liquid membrane

Liquid membrane-elektrodes zijn beschikbaar als enkelvoudige halve cellen of als combinatie-elektrodes volledig met referentie-elektrode. Het detectieoppervlak van deze elektrodes is samengesteld uit een homogene polymere matrix die organische ion-uitwisselaars bevatten, selectief voor het bepaalde ion. Deze sensoren bevatten eenvoudig vervangbare membraanmodules en zijn beschikbaar voor metingen van nitraat en calcium.

Het membraan heeft meestal de vorm van een dunne schijf PVC geïmpregneerd met het antibiotische valinomycin. De uitwisselaar, ook wel ionofoor genoemd, is een ringstructuur die past op ionen binnenin, zoals een sleutel en een slot. Dit type membraan is niet zo stevig als het solid state-type, dus ze zijn ontworpen voor eenvoudige vervanging van de detectiemodule.



Gassensoren

Gassensoren zijn combinatie-elektrodes die opgeloste gassen in een oplossing detecteren. Er is geen uitwendige referentie nodig voor deze elektrodes. Het detectie-element is gescheiden van de monsteroplossing door een gasdoorlatend membraan. Hanna Instruments produceert en levert o.a. de HI4101 ammoniakelektrode.

Theorie: een gassensor werkt door de gedeeltelijke druk van het gemeten gas in de oplossing. Het opgeloste gas in het monster verspreidt zich in het membraan en verandert de pH in een dunne film van ongebufferd elektrolyt op het oppervlak van de inwendige pH-sensor. De diffusie gaat voort totdat de gedeeltelijke druk van het monster en de dunne film dezelfde is. De pH-verandering is proportioneel aan het opgeloste gas in het monster.

Referentie- en combinatie-elektrodes

Hanna Instruments' referentie-elektrode wordt gebruikt met de halvecel ISE-sensoren om nauwkeurige en herhaalbare metingen te garanderen. Hanna Instruments' combinatie-elektrodes bestaan uit de meetelektrode met de referentie.



Referentie

Referentie-elektrodes worden gebruikt om een stabiele spanning en elektrolytisch contact te leveren, en een spanningsgradiënt toe te laten, die gemeten wordt doorheen een meetmembraan zoals ISE. Hanna Instruments heeft een gebruiksvriendelijke en snel te vullen referentie-elektrode ontwikkeld uit plastic en met een dubbele junctie. De elektrode is ontwikkeld met een conische junctie om met de ion-selectieve sensoren te werken. Het ontwerp vormt de vloeistofjunctie met de testoplossing op het uiteinde van de junctiekegel en niet verder op het kegeloppervlak.

Het ontwerp produceert een zeer stabiele referentie-elektrode met redelijk lage stroomsnelheden. Het model HI5315 is een zilver/zilverchloride-elektrodehalvecel met een inwendige cel, permanent gevuld met gel. De uitwendige vuloplossing is eenvoudig vervangbaar en dient als bufferzone tussen het inwendige chloride-ion dat gel bevat en de monsteroplossing. Hanna Instruments biedt een volledige reeks zilverbvrije vuloplossingen om uw ionmeting te optimaliseren. Een snel reagerende vloeistofjunctie, uitstekende herhaalbaarheid, en gemakkelijk gebruik zorgen voor het grootste gebruiksgemak.



Combinatie

Bij combinatie-elektrodes zitten sensor en referentie-elektrode samen in één behuizing. Onze combinatie-ion-selectieve elektrodes leveren niet alleen dezelfde selectiviteit en reactie als onze ISE-halvecellen, maar zijn bovendien voorzien van onze dubbele junctiereferentie in dezelfde elektrodebehuizing. Combinatie-solid state-elektrodes hebben een ingebouwde solid state-sensor en een snel hervulbare referentie-elektrode. Onze vloeistofmembraan- en fluoridecombinatie-elektrodes hebben een vervangbare moduleconstructie en de Hanna Instruments dubbele junctiereferentie-stabiliteit.

Drie analysemethoden

Potentiometrische ionanalyses met ISE's worden uitgevoerd door het gebruik van één van de drie methodes, waarbij elke methode zijn eigen voordelen heeft: directe potentiometrie, incrementele methodes en potentiometrische titratie. Hanna Instruments biedt een oplossing voor elk van deze methodes. Voor meer details verwijzen wij u naar ons hoofdstuk over oplossingen.