



pH-elektrodien valinta ja ylläpito



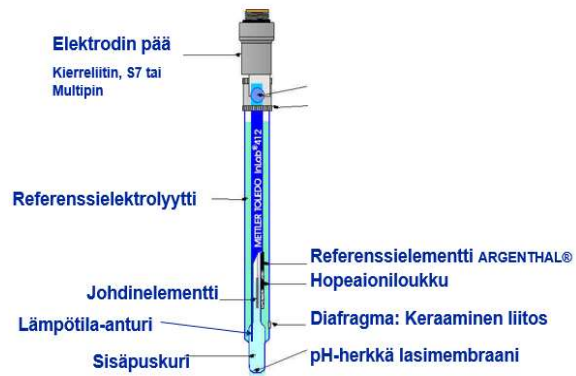
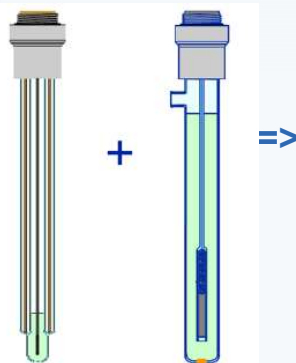
2025
Marjo Haukkovaara

1

Yhdistelmäelektrodi

2 osaa yhdessä
elektrodissa

pH Referenssi



14.5.202
5

2

2

Elektroodin valinta

Mietittävää:

Liitostyyppi

Referenssielektrolyytti

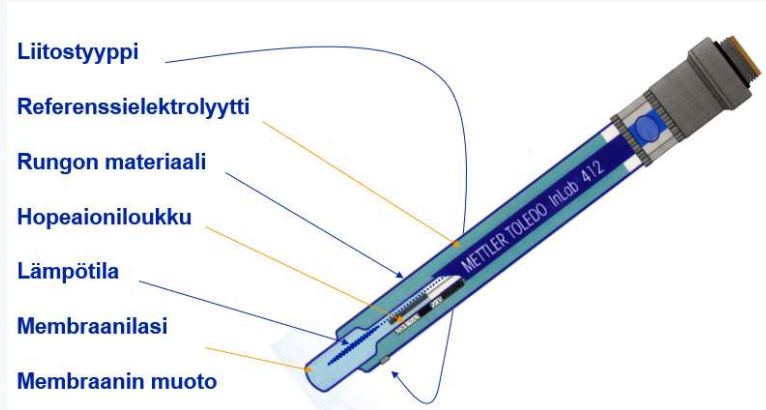
Rungon materiaali

Hopeaioniloukku

Lämpötila

Membraanilasi

Membraanin muoto



GWB

14.5.202
5

3

3

Liitostyypit

Liitos muodostaa yhteyden tutkittavan näytteen ja referenssielektrolyytin välille.

Tavallisimmat liitostyypit:

- keraaminen diafragma (1 tai useampia)
- avoin liitos, jolloin polymeerielektrolyytti
- liikutettava holkkiliitos (sleeve)
- kiinteä holkkiliitos



GWB

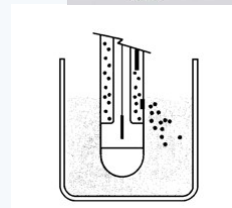
14.5.202
5

4

4

Keraaminen diafragma

- yksi tai useampia
- kemiallisesti inertti
- helppokäyttöinen
- voi tukkeutua helposti
- hidas elektrolyyttivirtaus:
n. 0,1 ml / 24 h



GWB

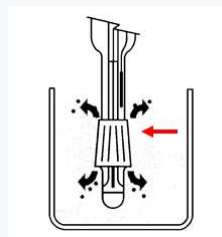
14.5.202
5

5

5

Holkkiliitos

- suuri kontaktipinta näytteeseen
- ei tukkeudu helposti
- helppo puhdistaa
- nopea elektrolyyttivirtaus:
n. 0,4 ml / 24 h



GWB

14.5.202
5

6

6

Avoim liitos

Elektrodeissa, joissa on avoin liitos, on kiinteä polymeerielektrolyytti.

- ei tukkeutumista
- ei elektrolyyttivirtausta
- ”likaisille” näytteille



GWB

14.5.202
5 7

7

Paineistettu elektrolyytti-kammio - Steady Force™

Elektrolyytti on paineistettuna elektrodin sisällä

- Elektrolyytti ei kulu kuten tavallisissa elektrodeissa vaan se virtaa hyvin vähäisessä määrin keraamisen liitoksen läpi

Elektrodi on huoltovapaa

Liitoksen tukkeutuminen ei ole ongelma

- SteadyForce™-systeemi takaa kosketuspinnan säilymisen mitattavaan liuokseen kaikissa olosuhteissa

Kun suojasinetti on kerran poistettu, alkaa paine elektrolyyttikammiossa hiljalleen laskea.

Elektrodi kestää toimivana 1 - 1,5 vuotta, tämän jälkeen se pitää vaihtaa uuteen.

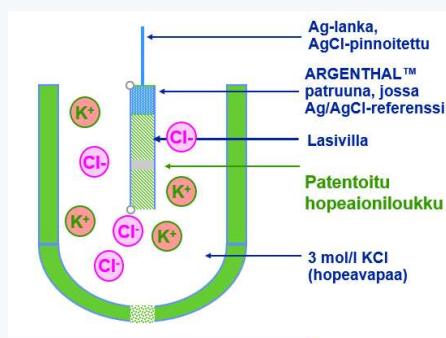


GWB

14.5.202
5 8

8

Referenssijärjestelmä Ag/AgCl + ARGENTHAL™



ARGENTHAL™-
hopeaioniloukku

- elektrolyytissä ei tarvita Ag-ioneja
- ei AgCl- tai Ag₂S-saostumia kuten perinteisessä Ag/AgCl referenssissä

GWB

14.5.202
5 9

9

Referenssielektrolyytit

- **TÄRKEÄÄ: Riittävä / sopiva ionivahvuus**
- **Elektrolyytin valinta:**
 - suolan liuettava käytettyyn liuottimeen
 - suolan oltava pH-neutraali
 - suola ei saa saostua reagoidessaan näytteen tai puskurin ionien kanssa



GWB

14.5.2025 10

10

Referenssielektrolyytit

Vesipohjaisille liuoksille:

KCl 3mol/l, kyllästetty AgCl:lla:

Perinteisiin elektrodeihin, joissa ei hopeaioniloukkaa (Ag/AgCl-referenssi)

KCl 3mol/l

Elektrodeihin, joissa hopeaioniloukku

KNO₃

Näytteille, jotka sisältävät kloridin kanssa reagoivia metalleja (Hg²⁺, Cu²⁺, Ag⁺, Pb²⁺, ClO₄⁻):
kaksoissuolasiltaelektrodi

Friscolyt-B

Kylmille ja kuumille näytteille (-30...+130C)

KCl 1mol/l

Vähäionisille näytteille, esim puhdas vesi



GWB

14.5.202
5

11

11

Referenssielektrolyytit

Vedettömille liuoksille:

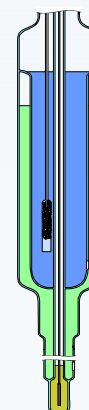
LiCl etanolissa tai etikkahapossa

Valitse kaksoissuolasiltaelektrodi, jossa holkkiliitos

Kaksoissuolasiltaelektrodi:

Kaksi elektrolyyttiä, joista ulompi toimii suojana tai ”siltana”

Sisäelektrolyytti on useimmiten 3M KCl



GWB

14.5.202
5

12

12

Referenssielektrolyytit

Elektrolyytti	Edut	Huomioitavaa
Neste-elektrolyytti	Pitkä kestoikä Nopea vaste Tarkka Äärimmäiset pH-arvot	Vaatii huoltotoimenpiteitä Särkyvät lasirunkoiset elektrodit
Geelielektrolyytti	Kestävä Huoltovapaa	Hitaampi vaste Elektrolyyttiä ei voi lisätä
Kiinteä polymeeri-elektrolyytti	Huoltovapaa Ei tukkeutunutta diafragmaa (avoin liitos, esim. InLab® Expert)	Hitaampi vaste Elektrolyyttiä ei voi lisätä



14.5.2025 13

13

Lasimembraani / Rungon materiaali

Lasimateriaalit

- U-lasi yleislasi standardisovelluksiin
- HA-lasi tarvitaan korkeissa lämpötiloissa ja / tai korkeissa pH-arvoissa
- LoT-lasi alhaisille lämpötiloille ja vähäionisille liuoksille
- A41 erityisen hyvä kemikaalien ja korkeiden lämpötilojen kesto (130°C)
- HF-lasi kestää vetyfluoridia (max. 1 g/l)
- Na-lasi käytetään vain Na-elektrodeissa (Na+-ioniselektiivinen elektrodi)

Rungon materiaali: lasi /muovi

- Lasi särkyvä, neste-elektrolyytti
- Polysulfoni kestävä, kirkas, ei orgaanisille liuottimille
- PEEK kestävä, musta, ei orgaanisille liuottimille
- Epoksi kestävä, kirkas, ei orgaanisille liuottimille



14.5.2025 14

14

Membraanin muoto

Pallomainen

- kestää paremmin kutistumista alhaisissa lämpötiloissa

Puolipallomainen

- pienille näytetilavuuksille, paineistettu

Sylinterimäinen

- pieni pinta-ala, pieni ominaisvastus

Terävä

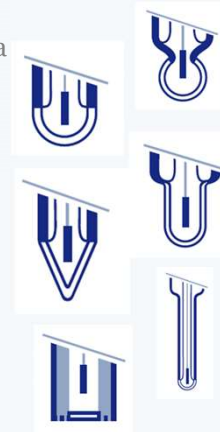
- pistoelektrodi

Mikro

- pieniin putkiin

Tasainen

- pinnoille ja pienille näytteille



GWB

14.5.202
5

15

15

Näytteen vaikutus valintaan

Näytteen kirkkaus

- kirkas keraaminen diafragma
- ”likainen” avoin tai holkkiliitos

Näytteen olomuoto

- neste mikä tahansa liitos
- emulsio avoin liitos
- viskoosi holkkiliitos / paineistettu
- lietteet / suspensiot avoin liitos, holkkiliitos
- puolikiinteä pistoelektrodi
- kiinteä / tasainen pinta pintaelektrodi

Lämpötila

- suositeltavaa käyttää lämpötila-anturia tai manuaalinen asetus

Näytteen määrä



GWB

14.5.202
5

16

16

Näytteen vaikutus valintaan

Näytteen koostumus

Alhainen ionivahvuus (esim. ionivaihdettu vesi, suspensiot)

kiinteä holkki (kolmoisdiafragma), siltaelektrolyytti, alhainen membraanin resistanssi

Korkea ionivahvuus (esim. väkevät hapot ja emäkset)

alkalilasi, siltaelektrolyytti

Sulfitit, proteiinit, TRIS

Ag⁺-loukku

Vedetön näyte

holkkiliitos, vedetön elektrolyytti

Vetyfluoridihappo

erikoiselektrodi Inlab Hydrofluoric (HF-pitoisuus alle 1 g/l)



GWB

14.5.202
5

17

17

Huomioitavaa



Yleensä on vaikea löytää yleiselektrodia, joka sopii kaikkiin sovelluksiin. Siksi suosittelemme erilaisia elektrodeja eri applikaatioihin.

Jotta välttyttäisiin elektrodin vaihdon yhteydessä tarvittavalta viritykseltä ja vähennettäisiin riskiä väärän elektrodin käytöstä, suositus on käyttää yhtä mittaria yhteen sovellukseen. Näin varmistutaan siitä, että käytettävissä on optimaalinen kokoonpano mittaustulosten turvaamiseksi.

Toinen vaihtoehto on käyttää ISM-sirulla (Intelligent Sensor Management) varustettuja elektrodeja.

ISM

GWB

14.5.202
5

18

18

Inlab-elektrodeja



GWB

14.5.202

19

19

Elektrodin säilytys

pH- ja referenssielektrodit säilytetään:

- elektrodien säilytysliuoksessa (30111142)
- elektrodin elektrolyyttiliuoksessa (3M KCl)
- lyhytaikaisesti puskuriliuoksessa pH 4 tai 7
- laimeassa HCl-liuoksessa (noin 0,1 mol/l / 0,01 mol/l)
- säilytä elektrodi pystysuorassa asennossa

**Elektrodia ei saa säilyttää kuivana tai tislatussa / ionivaihdetussa vedessä
—> pH-herkkä lasimembraani kärsii**

- lyhentää käyttöikää
- elektrodi ei ole heti valmiina käyttöön



GWB

14.5.202

20

20

Elektrodiin puhdistus

Elektrodi huuhdellaan jokaisen mittauksen jälkeen / ennen mittausta tislatulla tai ionivaihdetulla vedellä.



Membraanilasia ei saa pyyhkiä paperilla, koska

- elektrodin elinikä lyhenee
- ei ole heti käyttövalmis, tarvitsee elvytystä



ÄLÄ PYYHI



14.5.2025 21

21

Elektrodi ei toimi oikein

Membraani on kuivunut, likainen tai vioittunut

- puhdistus ja / tai elvytys

Elektrolyytti on kontaminoitunut tai kuivunut

- vaihda / täytä elektrolyyttiä säännöllisesti

Ilmakuplat membraanilasin tai liitoskohdan luona

- ravistaminen / ultraäänihaude

Liitoskohta on likainen

- puhdistus

Elektrolyytti on kiteytynyt liitoskohtaan

- puhdistus

Elektrodi on vanha / loppuun käytetty

- kulmakerroin, nollapiste, sarjanumero



14.5.2025 22

22

Mistä vika johtuu?

Symptoms	Cause
Reduced slope (>80% - <90%)	1 2 6
Very small slope (<80%)	1 3 4 5
Slow Response	1 2 4 5 6
Fluctuating reading	1 2 4 5 6
Zero point shift	1 2 4 5
1 Ageing of Glass	4 Gel layer destroyed or dehydrated
2 Scratches on Membrane	5 Dry storage of electrode
3 Broken Membrane or Shaft	6 Sample Deposit on Membrane

GWB

14.5.202
5

23

23

Diafragman puhdistus

AgCl-tukos

- liuota väkevällä ammoniakilla

Sulfidipitoiset näytteet, Ag₂S-tukos

- thiourealiuos (8% thiourea 0.1M suolahapossa)

Proteiinitukos

- pepsiiniliuos (5% pepsiini 0.1M suolahapossa) tai 2% NaOH

Rasvaiset aineet, orgaaniset liuokset

- huuhto asetonilla tai etanolilla

Muut kontaminaatiot

- ultraäänihauteessa vedessä tai 0.1M HCL:ssa

Puhdistuksen jälkeen pidä tunti referenssielektrolyytissä, huuhto tislatussa / ionivaihdetulla vedellä ja viritä.



GWB

14.5.202
5

24

24

Lasimembraanin elvytys

Kuiva elektrodi / lasimembraani

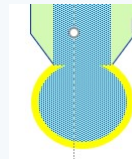
- elvytys 0.1M HCl:ssa 12 tunnin ajan

Lasimembraani regenerointi

- laita elektrodin kärki 1-2 minuutiksi regenerointiliuokseen, joka sisältää NH_4HF_2 :a

Käsittelyn jälkeen:

- huuhtelee huolella, pidä puskurissa pH 7 noin tunti ja referenssielektrolyytissä yön yli
- huuhtelee lopuksi tislattulla vedellä ja suorita viritys



GWB

14.5.202
5

25

25

pH-elektrodin elinikä

pH-elektrodin keskimääräiseen toiminta-aikaan vaikuttaa:

- oikea säilytys
- oikein ja säännöllisesti tehdyt huollot
- mittaukset tehdään vesiliuoksista
- pH-alue: 1-12
- lyhyt aika näytteessä

Mittauslämpötila vaikuttaa elinikään:

Huoneenlämpötila	1 - 3 vuotta
+90 °C	3 – 9 kuukautta
+120 °C	muutama viikko

Vaihtele kahta elektrodia; vaihda esim. kerran viikossa. Näin sinulla on aina toimiva elektrodi
=> **pH tuplaturva**



GWB

14.5.202
5

26

26

Tiesitkö?

Ensimmäinen yhdistelmäelektrodi esiteltiin vuonna:

1948 Kehittäjä Dr. Ingold



GWB

14.5.202
5

27

27

Kiitos

Yhteystiedot:

marjo.haukkovaara@gwb.fi

gwb@gwb.fi

puh. 0201 255231 / 040 8370278

puh. 0201 255255



GWB

14.5.202
5

28

28