
Chloridová ión- selektívna elektróda

Kód CL-BTA



Vernierova chloridová ión-selektívna elektróda (ISE) sa používa na meranie koncentrácie chloridových iónov (Cl^-) vo vodných vzorkách.

Kontrola obsahu dodávky chloridovej ISE

- Ión-selektívna elektróda s odkladacou fľaštičkou
- 30 ml fľaštička s kalibračným roztokom vysokej koncentrácie (1000 mg/l Cl^-)
- 30 ml fľaštička s kalibračným roztokom nízkej koncentrácie (10 mg/l Cl^-)
- Fľaštička na krátkodobé namáčanie ISE

Zber údajov s chloridovou ISE

Tento senzor je možné použiť na zber údajov s nasledujúcimi interfejsmi.

- Vernier LabQuest[®] 2 alebo originálny LabQuest ako samostatné zariadenie, alebo s počítačom
- Vernier LabQuest Mini s počítačom
- Vernier LabPro[®] s počítačom alebo s grafickou kalkulačkou TI
- Vernier Go![®]Link
- Vernier EasyLink[®]
- Vernier SensorDAQ[®]
- CBL 2[™]
- TI-Nspire[™] Lab Cradle

Softvér zberu údajov

Tento senzor je možné použiť s interfejsom a s nasledujúcim softvérom zberu údajov.

- **Logger Pro 3** Tento počítačový program sa používa s interfejsmi LabQuest 2, LabQuest, LabQuest Mini, LabPro a Go! Link.
- **Logger Lite** Tento počítačový program sa používa s interfejsmi LabQuest 2, LabQuest, LabQuest Mini, LabPro a Go! Link.
- **LabQuest App** Tento program sa používa na LabQueste 2 alebo na LabQueste, keď je použitý ako samostatné zariadenie.
- **DataQuest[™] Software for TI-Nspire[™]** Táto aplikácia pre kalkulačky TI-Nspire sa dá použiť s EasyLink alebo s TI-Nspire Lab Cradle.
- **EasyData App** Aplikácia je určená pre kalkulačky TI-83 Plus a TI-84 Plus, a je možné ju použiť s CBL 2, LabPro a s Vernier EasyLink. Odporúčame verziu 2.4 alebo novšiu. Môžete si ju stiahnuť z web stránky Vernier, www.vernier.com/easy/easydata.html, a potom preniesť do kalkulačky. Na web stránke www.vernier.com/calc/software/index.html nájdete ďalšie informácie o programe, ako aj návod na prenos programu.
- **DataMate program** DataMate sa používa s LabPro alebo CBL 2 a s kalkulačkami TI-73, TI-83,

TI-84, TI-86, TI-89 a Voyage 200. Inštrukcie na prenos programu DataMate nájdete v návodoch k LabPro a CBL 2.

- **LabVIEW™** Softvér National Instruments LabVIEW™ je grafický programovací jazyk, ktorý predáva National Instruments. Používa sa so SensorDAQ a dá sa použiť aj s množstvom iných interfejsov Vernier. Ďalšie informácie nájdete na www.vernier.com/labview.

Tento senzor je vybavený obvodom automatickej identifikácie auto-ID. Pri použití s interfejsmi LabQuest 2, LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Go! Link, SensorDAQ, TI-Nspire™ Lab Cradle, EasyLink a CBL 2™, softvér zberu dát rozpozná senzor a použije na nakonfigurovanie experimentu preddefinované parametre vhodné pre daný senzor.

Poznámky: Výrobky Vernier sú určené len pre účely výuky. Naše výrobky neodporúčame pre žiadne priemyselné, lekárske alebo komerčné procesy, ako je záchrana života, diagnostika pacientov, riadenie výrobných procesov alebo priemyselné testovanie akejkoľvek povahy.

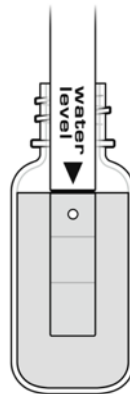
Príprava chloridovej ISE na použitie

Poznámka: Pred meraním s ISE urobte nasledujúci dvojstupeňový proces.

I. časť: Namočte elektródu

Namočte elektródu do kalibračného roztoku vysokej koncentrácie (je v balení ISE) na dobu 30 minút. ISE elektróda nemá byť na dne nádoby a malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, majú byť ponorené v roztoku. Dbajte, aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky. Dôležitá poznámka: Nenechávajte ISE namáčať viac ako 24 hodín. Dôležitá poznámka: Ak plánujete použiť elektródu na meranie mimo rozsahu dodaných štandardov, budete si musieť pripraviť vlastné štandardy a tieto použiť na namáčanie.

Poznámka: Ak je potrebné ISE počas namáčania preniesť mimo laboratória, použite na namáčanie fľaštičku na krátkodobé uskladnenie ISE. Odstráňte z fľaštičky uzáver a naplňte ju do 3/4 objemu roztokom vysokého štandardu. Nasuňte uzáver na ISE, vložte elektródu do fľaštičky a uzáver utiahnite.



Pri skladovaní dlhšom ako 24 hodín dbajte, aby bol senzor v odkladacej fľaštičke s mierne navlhčenou špongiou.

II. časť: Kalibrácia ISE

Kalibrácia chloridovej ISE pomocou počítača

1. Pripojte chloridovú ISE k interfejsu a interfejs pripojte k počítaču. Otvorte *Logger Pro* 3.
2. V menu Experiment vyberte Calibrate a potom kliknite na [Calibrate Now](#).

3. **Kalibračný bod vysokej koncentrácie:** chloridová ISE má stále byť namočená v roztoku vysokého štandardu. ISE elektróda nemá byť na dne nádoby a malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, majú byť ponorené v roztoku. Dbajte, aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky.
4. Do okienka editácie zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku vysokej koncentrácie (napr. **1000** pre 1000 mg/l).
5. Keď sa hodnota napätia pre Reading 1 stabilizuje (~2 minúta), kliknite na .
6. **Kalibračný bod nízkej koncentrácie:** Vyberte ISE z roztoku vysokého štandardu, dobre ju opláchnite destilovanou vodou a opatrne osušte papierovou utierkou. Dajte ISE do roztoku nízkeho štandardu. Dbajte, aby ISE nebola na dne nádoby, aby malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, boli ponorené v roztoku a aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky.
7. Zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku nízkej koncentrácie (napr. **10** pre 10 mg/l).
8. Po stabilizácii hodnoty napätia kliknite na .
9. Keď chcete uložiť kalibráciu do senzora, postupujte takto:
 - a. Kliknite na záložku Calibration Storage, hore v dialógovom okne.
 - b. Kliknite na . Kliknite na .
 - c. Pokračujte kliknutím na . Kliknutím na proces ukončíte.

Kalibrácia chloridovej ISE pomocou LabQuest App

1. Pripojte chloridovú ISE k LabQuestu. V menu Sensory vyberte Kalibrácia a potom sa dotknite Kalibruj.
2. **Kalibračný bod vysokej koncentrácie:** chloridová ISE má stále byť namočená v roztoku vysokého štandardu. ISE elektróda nemá byť na dne nádoby a malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, majú byť ponorené v roztoku. Dbajte, aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky.
3. Ako hodnotu č.1 zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku vysokej koncentrácie (napr. **1000** pre 1000 mg/l).
4. Po stabilizácii hodnoty napätia (~2 minúty) sa dotknite Uchovaj.
5. **Kalibračný bod nízkej koncentrácie:** Vyberte ISE z roztoku vysokého štandardu, dobre ju opláchnite destilovanou vodou a opatrne osušte papierovou utierkou. Dajte ISE do roztoku nízkeho štandardu. Dbajte, aby ISE nebola na dne nádoby, aby malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, boli ponorené v roztoku a aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky.
6. Ako hodnotu č.2 zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku nízkej koncentrácie (napr. **10** pre 10 mg/l).
7. Po stabilizácii hodnoty napätia sa dotknite Uchovaj.
8. Keď chcete uložiť kalibráciu do senzora, postupujte takto:
 - a. Dotknite sa záložky Miesto uloženia.
 - b. Dotknite sa Ulož kalibráciu do senzora. Dotknite sa OK.
 - c. Dotykom na OK ukončíte kalibračný proces.

Kalibrácia chloridovej ISE pomocou grafických kalkulačiek TI

Prejdite do kalibračnej rutiny programu na zber údajov. Konkrétne informácie týkajúce sa postupu kalibrácie nájdete v referenčnom materiáli k programu alebo aplikácii pre vašu kalkulačku.

- **Kalibračný bod vysokej koncentrácie:** chloridová ISE má stále byť namočená v roztoku vysokého štandardu. ISE elektróda nemá byť na dne nádoby a malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, majú byť ponorené v roztoku. Dbajte, aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky. Zadaťte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku vysokej koncentrácie (napr. **1000** pre 1000 mg/l).
- **Kalibračný bod nízkej koncentrácie:** Vyberte ISE z roztoku vysokého štandardu, dobre ju opláchnite destilovanou vodou a opatrne osušte papierovou utierkou. Dajte ISE do roztoku nízkeho štandardu. Dbajte, aby ISE nebola na dne nádoby, aby malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, boli ponorené v roztoku a aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky. Zadaťte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku nízkej koncentrácie (napr. **10** pre 10 mg/l).

Zber údajov

1. Ubezpečte sa, že senzor je správne nakalibrováný. Ak senzor indikuje 1,0 mg/l a senzor nie je v roztoku 1,0 mg/l, musíte ho nakalibrovať. Po kalibrácii opláchnite koniec ISE a osušte ho papierovou utierkou.
2. Vložte koniec ISE do testovanej vodnej vzorky. **Dôležitá poznámka:** Dbajte, aby ISE nebola na dne nádoby, aby malé biele referenčné kontakty, ktoré sú blízko konca elektródy, boli ponorené v roztoku a aby sa pod ISE nezachytili vzduchové bublinky. **Poznámka:** Senzor neponárajte úplne. Rukoväť nie je vodotesná.
3. Nechajte ISE v pokoji, až kým sa nestabilizuje indikovaná hodnota, potom túto hodnotu zaznamenajte. **Poznámka:** Pri niektorých vodných vzorkách, najmä pri vzorkách s vysokou koncentráciou, môže trvať stabilizovanie údajov z chloridovej ISE niekoľko minút. Ak poznáte približnú koncentráciu vašich vzoriek, je lepšie urobiť analýzu od vzorky s nízkou koncentráciou ku vzorke s vysokou koncentráciou.

Použitie chloridovej ISE s inými Vernierovými senzormi

Niektoré kombinácie senzorov sa môžu pri ich umiestnení v tom istom roztoku navzájom ovplyvňovať. Stupeň vzájomného ovplyvňovania závisí od viacerých faktorov. Ďalšie informácie nájdete v technickej informácii na www.vernier.com/tit/638/

Skladovanie ión-selektívnej elektródy

Pre optimálnu životnosť chloridovej ión-selektívnej elektródy je dôležité jej správne ošetrovanie a skladovanie.

- Uloženie ISE na dlhú dobu (viac ako 24 hodín): Navlhčite špongiu, ktorá je na spodku fľaštičky dlhodobého ukladania destilovanou vodou. Po ukončení používania ISE opláchnite jej koniec destilovanou vodou a osušte ho papierovou utierkou. Uvoľnite kryt fľaštičky dlhodobého ukladania a vložte do nej ISE. **Poznámka:** Koniec ISE sa NESMIE dotýkať špongie. Dbajte tiež, aby biela referenčná značka bola vnútri fľaštičky. Utiahnite kryt. Takto bude elektróda vo vlhkom prostredí, čo zabráni vyschnutiu referenčných prechodov.
- Mokré uloženie na krátku dobu (do 24 hodín): Naplňte fľaštičku na krátkodobé uloženie ISE do 3/4 objemu kalibračným roztokom vysokej koncentrácie. Uvoľnite uzáver, vložte elektródu do fľaštičky a uzáver utiahnite.

Ako funguje ión-selektívna elektróda

Vernierova chloridová ión-selektívna elektróda je membránová elektróda určená na meranie špecifických iónov (Cl^-) vo vodných roztokoch. Keď je membrána elektródy v kontakte s roztokom s obsahom špecifických iónov, na membráne sa vytvára napätie, ktoré závisí od množstva týchto iónov v roztoku. ISE je elektróda kombinovaného typu. Vytvárané napätie súvisí so zabudovanou Ag/AgCl referenčnou elektródou. ISE priamo meria koncentráciu špecifických iónov. Aby nedošlo ku kontaminácii alebo k rozpusteniu membrány, vzorky musia byť vodného typu. Vernierova chloridová ión-selektívna elektróda má membránu z tuhého polyméru. Membrána je pórovitý plastový disk priepustný pre výmenu iónov ale nepriepustný pre vodu. Umožňuje, aby citlivý článok elektródy bol v kontakte s roztokom vzorky, pričom je však jeho vnútorná náplň oddelená od roztoku vzorky.

Napätie sa vytvára medzi citlivým článkom a referenčnými elektródami a je mierou koncentrácie meraných reaktívnych iónov. Pri zmene koncentrácie reagujúcich iónov na citlivom článku elektródy sa mení aj napätie medzi elektródami.

Ako popisuje Nernstova rovnica ISE reaguje podľa lineárnej rovnice:

$$E = E_0 + m(\ln a)$$

kde E je merané napätie, E_0 je štandardný potenciál dvoch poločlánkov, m je sklon, ln je prirodzený logaritmus, a je aktivita meraného druhu iónov.

Ak predpokladáme, že iónová sila je približne konštantná, môžeme prepísať Nernstovu rovnicu tak, že popisuje reakciu elektródy na koncentráciu C meraného druhu iónov:

$$E = E_0 + m(\ln C)$$

Technické údaje

Rozsah	10 až 20.000 mg/l (alebo ppm)
Opakovateľnosť (presnosť)	±10% celého rozsahu (kalibrované na 10 až 1000 mg/l)
Interferujúce ióny	CN^- , Br^- , I^- , S^{2-}
Rozsah pH	2-12 (bez kompenzácie pH)
Rozsah teplôt	0–40°C (bez teplotnej kompenzácie)
Sklon prevodu elektródy	+28 ±4 mV/dekáda pri 25°C
Typické kalibračné napätia	Vysoký bod (1000 mg/l) 2,0 V, nízky bod 2,8 V (10 mg/l)
Odpor elektródy	1 až 4 MΩ
Minimálna veľkosť vzorky	Musí byť ponorená do hĺbky 1,1 palca (2,8 cm)

Údržba a výmena štandardných kalibračných roztokov pre ISE

Presné kalibračné roztoky sú nevyhnutné pre dobré kalibrácie. Ak budete dávať pozor a roztoky, ktoré sú priložené k ISE nekontaminujete, vydržia vám dlho. V určitom momente ich však budete musieť obnoviť. Vernier predáva kalibračné štandardy v 500 ml baleniach. Objednávacie kódy sú:

CL-LST: Nízky chloridový štandard 10 mg/l

CL-HST: Vysoký chloridový štandard 1000 mg/l

Ak si chcete pripraviť vlastné kalibračné roztoky, použite informácie z nasledujúcej tabuľky. **Poznámka:** Používajte laboratórne sklo pre presné merania, napríklad objemové banky alebo odmerné valce. Všetko laboratórne sklo musí byť veľmi čisté.

Štandardný roztok	Koncentrácia (mg/l alebo ppm)	Metóda prípravy s použitím vysoko kvalitnej destilovanej vody
Štandardný chloridový (Cl ⁻) ISE roztok vysokej koncentrácie	1000 mg/l ako Cl	1,648 g NaCl / 1 liter roztoku
Štandardný chloridový (Cl ⁻) ISE roztok nízkej koncentrácie	10 mg/l ako Cl	Zriedte štandardný roztok vysokej koncentrácie faktorom 100 (z 1000 mg/l na 10 mg/l).*

*Podľa nasledujúceho popisu urobte postupne dve zriedenia.

- Zmiešajte 100 ml roztoku štandardu vysokej koncentrácie s 900 ml destilovanej vody. Roztok dobre premiešajte.
- Zmiešajte 100 ml roztoku z predchádzajúceho kroku s 900 ml destilovanej vody. Roztok dobre premiešajte.

Použitie roztoku na úpravu iónovej sily (ISA) na zvýšenie presnosti

Štandardnou metódou na dosiahnutie optimálnych výsledkov pri meraní nízkych koncentrácií chloridových iónov pomocou chloridovej ión-selektívnej elektródy je použitie roztokov na úpravu iónovej sily (ISA) na roztoky štandardov, ako aj na vzorky.

Pridaním ISA zabezpečíte, že celková aktivita iónov v jednotlivých meraných roztokoch bude približne rovnaká, bez ohľadu na konkrétnu koncentráciu iónov. Toto je zvlášť dôležité pri meraní veľmi malých koncentrácií konkrétnych iónov. ISA roztok neobsahuje ióny, ktoré súvisia so samotnou chloridovou ISE. **Poznámka:** Pridávanie ISA do vzoriek alebo do štandardov podľa nasledujúceho popisu nevyžaduje vysokú presnosť. Postačí pritom počítať kvapky s použitím jednorázovej Beralovej pipety.

Dajte 5,0 M NaNO₃ ISA roztok (42,50 g NaNO₃ / 100 ml roztoku) do štandardu Cl⁻, alebo do meranej vzorky, v pomere 1 časť ISA (objemovo) do 50 častí celkového roztoku (napríklad 1 ml ISA do 50 ml celkového objemu roztoku, alebo 2 kvapky ISA do 5 ml celkového roztoku).

Použitie chloridovej ISE

Chloridové ióny vo vzorkách sladkých vôd sú výsledkom toku cez minerály obsahujúce soli. Soly môžu obsahovať buď chlorid sodný (NaCl) alebo chlorid draselný (KCl). Odporúčaná maximálna úroveň koncentrácie chloridov v pitnej vode v USA je 250 mg/l. Koncentrácia chloridových iónov v morskej vode je približne 19.400 mg/l, čo je hlboko pod horným limitom chloridovej ISE 35.500 mg/L.

Keď začne chloridová ISE reagovať pomaly, je potrebné vyleštiť jej membránu. Odstrihnite malý kúsok (asi 2,5x2,5 cm) leštiaceho pásika. Navlhčite koniec elektródy a leštiacu stranu pásika destilovanou vodou. Jemným tlakom opatrne vyleštíte koniec elektródy krúživým pohybom. Tým odstránite neaktívnu vrstvu membrány, ktorá bráni meraniu. Elektródu dobre opláchnite destilovanou vodou a obvyklým spôsobom ju prekalibrujte.

Meranie koncentrácie chloridov v sladkovodných vzorkách.

Na dosiahnutie najlepších výsledkov nakalibrujte chloridovú ISE pomocou štandardov 10 mg/l a 1000 mg/l.

Meranie koncentrácie chloridov v slanej a v poloslanej (brakickej) vode

Keď meriate koncentráciu chloridov v slanej alebo v brakickej vode, nakalibrujte chloridovú ISE pomocou štandardu 1000 mg/l (1,806 ppt), ktorý sa nachádza v balení chloridovej ISE. Tento štandard použite ako jeden kalibračný bod. Ako druhý kalibračný bod použite štandard 20.000 mg/L Cl⁻, ktorý si pripravíte rozpustením 32,96 g tuhého NaCl v destilovanej vode, tak aby ste dostali 1 liter roztoku.

$$\frac{20000 \text{ mg Cl}^-}{1 \text{ l}} \times \frac{1 \text{ g Cl}^-}{1000 \text{ mg Cl}^-} \times \frac{58,5 \text{ g NaCl}}{355 \text{ g Cl}^-} = 32,96 \text{ g NaCl} / 1 \text{ roztoku}$$

Ak kalibrujete v ppt, tento roztok považujte za roztok 36,12 ppt.

Stanovenie slanosti slanej a brakickej vody

Slanosť je celková koncentrácia solí rozpustených vo vode vyjadrená buď v mg/l (alebo v ppm, alebo v ppt). Morská voda obsahuje pomerne konštantné množstvo chloridových iónov. Z merania koncentrácie chloridových iónov (z predchádzajúcej časti), slanosť sa dá vypočítať pomocou nasledujúceho vzorca:

$$\text{Slanosť (mg/l alebo ppm)} = 1,8066 \times [\text{koncentrácia Cl}^-, \text{ mg/l}]$$

S použitím tohto vzorca, slanosť morskej vody sa vypočíta:

$$\text{Slanosť (mg/l alebo ppm)} = 1,8066 \times (19400 \text{ mg/l}) = 35,000 \text{ mg/l}$$

Úroveň slanosti morskej vody v ppt je:

$$\text{Slanosť (ppt)} = 35000 / 1000 = 35 \text{ ppt}$$

Ako sa dá zobrazit' výstup ISE v mV namiesto v mg/l?

Rovnica zosilnenia je: $V = 0,00727 * mV + 1,223$

Inverzná rovnica zosilnenia pre napätie mV teda bude:

$$mV = 137,55 * V - 0,1682$$

Záruka

Záručné podmienky na území Slovenska sa riadia podmienkami vydanými distribútorom výrobkov Vernier na Slovensku, ktoré sú súčasťou dodávky výrobku, a ostatnými platnými zákonmi. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na bežné opotrebovanie a spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje. Záruka na ISE moduly je jeden rok.

Ďalšie Vernierove ISE elektródy

Vernier predáva ión-selektívne elektródy na meranie koncentrácie amóniových iónov (NH_4^+), vápnikových iónov (Ca^{2+}), draselných iónov (K^+) a dusičnanových iónov (NO_3^-) vo vodných vzorkách. Objednávacie kódy sú:

- Amóniová ión-selektívna elektróda NH4-BTA
- Vápniková ión-selektívna elektróda CA-BTA
- Dusičnanová ión-selektívna elektróda NO3-BTA
- Draslíková ión-selektívna elektróda K-BTA

Vernier Software & Technology
13979 SW Millikan Way
Beaverton, OR 97005-2886
www.vernier.com

Slovensko: PMS Delta s,r,o,
Fándlyho 1
07101 Michalovce
www.pmsdelta.sk



Preklad: Peter Spišák, 2016

Rev. 7/24/2014

Logger Pro, Logger Lite, Vernier LabQuest, Vernier LabQuest Mini, Vernier LabPro, Go! Link a iné uvedené značky sú v Spojených štátoch našimi registrovanými ochrannými známkami.

TI-Nspire, CBL 2 a CBL, TI-GRAPH LINK a TI Connect sú ochrannými známkami Texas Instruments.

Všetky ostatné tu uvedené značky, ktoré nie sú našim vlastníctvom, sú majetkom svojich vlastníkov, ktorí môžu alebo nemusia s nami súvisieť, byť s nami v spojení alebo byť nami sponzorovaní.