

Senzor slanosti

SAL-BTA



Senzor slanosti zisťuje slanosť roztoku pomocou merania jeho vodivosti. Pojem „slanosť“ bol pôvodne definovaný ako množstvo soli rozpustené v danom množstve roztoku. Chemická analýza na stanovenie takto definovanej slanosti sa ukazuje ako časovo náročná a nepresná. V posledných rokoch sa uprednostňuje meranie slanosti pomocou hustoty a elektrickej vodivosti. Takto pracuje aj Vernierov senzor slanosti.

Možné použitie senzora:

- Presné meranie slanosti oceánu a prítokových vôd v teréne.
- Sledovanie kvalitatívneho rozdielu medzi iónovou a molekulárnou podstatou látok vo vodných roztokoch.
- Potvrdenie priameho vzťahu medzi vodivosťou a koncentráciou iónov vo vodnom roztoku. Takto sa dá stanoviť aj koncentrácia neznámych vzoriek.
- Monitorovanie rýchlosti chemickej reakcie, pri ktorej dochádza k časovej zmene koncentrácie iónov a vodivosti roztoku, vplyvom spotreby alebo produkcie iónov.

Zber dát so senzorom slanosti

Senzor sa dá použiť s týmito interfejsmi zberu dát:

- Vernier LabQuest samostatne, alebo s počítačom
- Vernier LabPro s počítačom, grafickou kalkulačkou TI alebo prenosným počítačom typu Palm
- Vernier Go!Link s počítačom
- Vernier EasyLink
- Vernier SensorDAQ
- CBL2

Postup použitia senzora slanosti

1. Pripojte senzor na interfejs.
2. Spustíte softvér zberu dát.
3. Softvér identifikuje senzor slanosti a zavedie štandardné nastavenie zberu dát. Môžete začať zber dát.

Softvér zberu dát

Tento senzor sa dá použiť s nasledujúcim softvérom zberu dát:

- **Logger Pro 3**, ktorý sa dá použiť s interfejsmi LabQuest, LabPro alebo Go!Link
- **Logger Pro 3**, ktorý sa dá použiť s interfejsmi ULI a Serial Box
- **Logger Lite**, ktorý sa dá použiť s interfejsmi LabQuest, LabPro alebo Go!Link
- **LabQuest App**, ktorý sa používa na LabQueste, pri použití ako samostatný prístroj
- **EasyData App**, aplikácia pre kalkulačky TI-83 Plus a TI-84 Plus, ktorá sa dá použiť s interfejsmi CBL 2, LabPro a Vernier EasyLink. Odporúčame verziu 2.0 alebo novšiu. Môžete si ju stiahnuť z web stránky www.vernier.com/easy/easydata.html a potom preniesť do kalkulačky. Ďalšie informácie o tejto aplikácii, ako aj návod na prenesenie programu do kalkulačky nájdete na www.vernier.com/calc/software/index.html.
- **DataMate program**, ktorý sa používa s kalkulačkami TI-73, TI-83, TI-84, TI-86, TI-89, Voyage 2000 a s interfejsmi LabPro alebo CBL 2. Inštrukcie na prenos programu DataMate do kalkulačky nájdete v návodoch k LabPro a CBL 2.
- **Data Pro**, tento program sa používa s interfejsom LabPro a počítačmi Palm OS.
- **LabVIEW**, čo je grafický programovací jazyk predávaný firmou National Instruments. Používa sa s interfejsom SensorDAQ a dá sa použiť aj s množstvom iných interfejsov Vernier. Detaily nájdete na www.vernier.com/labview.

Poznámka: Tento výrobok je určený len na účely výuky. Nie je vhodný pre priemyselné, lekárske, výskumné a komerčné použitie.

Technické údaje:

Rozsah merania slanosti:	0 až 50 ppt (0 až 50.000 ppm)
Presnosť:	±1% plného rozsahu
13-bitové rozlíšenie(SensorDAQ):	0,01 ppt (10 ppm)
12-bitové rozlíšenie (LabQuest, LabPro, ULI II, SBI):	0,02 ppt (20 ppm)
10-bitové rozlíšenie (CBL 2):	0,08 ppt (80 ppm)
Čas odozvy:	98% plného rozsahu za 5 sekúnd
Teplotná kompenzácia:	automaticky od 5 do 35°C
Konštanta meracej bunky:	10 cm ⁻¹
Popis:	ponorný typ, epoxidové telo, paralelné platínové elektródy
Rozmery:	vonkajší priemer 12mm, dĺžka 150mm
Napájanie:	3 mA, 5V =
Kalibračné hodnoty:	sklon 16,3 ppt / Volt priesečník nuly 0

Tento senzor je vybavený obvody automatickej identifikácie auto-ID. Pri použití s interfejsom LabQuest, LabPro, Go!Link alebo SensorDAQ, softvér identifikuje senzor a použije preddefinované parametre na nakonfigurovanie experimentu vhodné pre daný senzor.

Ako funguje senzor slanosti

Vernierov senzor slanosti meria schopnosť roztoku viesť medzi dvoma elektródami elektrický prúd. V roztokoch tečie prúd na princípe prenosu iónmi, zvýšenie koncentrácie iónov v roztoku vedie k vyšším hodnotám vodivosti.

Senzor slanosti v skutočnosti meria *konduktanciu* (celkovú vodivosť), definovanú ako recipročnú hodnotu rezistancie (celkového odporu). Rezistencia sa meria v ohmoch, konduktancia sa meria v sústave SI v siemsenoch (dávnejšie v jednotkách *mho*). Keďže siemens je veľmi veľká jednotka, vodné roztoky sa obvykle merajú v mikrosiemsenoch (μS). Ak keď vlastne meriame konduktanciu, zaujímame sa o vodivosť (mernú vodivosť) roztoku. Vodivosť C sa vypočíta:

$$C = G * k_c$$

kde G je konduktancia a k_c je konštanta meracej bunky. Táto konštanta sa určí pre daný senzor ako:

$$k_c = d/A$$

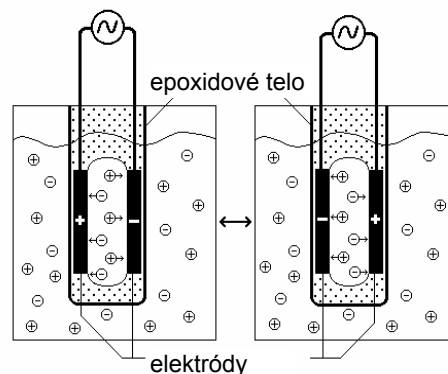
kde d je vzdialenosť medzi dvoma elektródami a A je plocha elektródy.

Napríklad, váš senzor slanosti má konštantu meracej bunky:

$$k_c = d/A = 1 \text{ cm} / 0,1 \text{ cm}^2 = 10 \text{ cm}^{-1}$$

Hodnotu vodivosti vypočítame ako násobok konduktancie a konštanty bunky.

Na elektródy senzora slanosti sa privádza napätie. Výsledný prúd je úmerný vodivosti roztoku. Tento prúd sa konvertuje na napätie. Aby sa zabránilo kompletnej migrácii iónov, používa sa striedavý prúd. Ako vidno z obrázku, pri jednotlivých cykloch striedavého prúdu sa polarita polarita elektród mení a mení sa aj smer toku iónov. Je to veľmi dôležitá vlastnosť senzora slanosti, lebo sa tým bráni elektrolyze a polarizácii vznikajúcimi vplyvom elektród. Senzor slanosti teda nepoškodzuje merané roztoky. Bráni sa tiež vzniku oxidačno-redukčným produktom na elektródach.



Meranie so senzorom slanosti

- Opláchnite koniec senzora destilovanou vodou. Môžete tiež ofúknuť vnútro bunky elektród, a odstrániť z neho kvapky vody, ktoré by mohli zriediť alebo kontaminovať meranú vzorku.
- Vložte koniec senzora do testovanej vzorky. **Dôležité upozornenie:** dbajte, aby elektródy v podlhovastej meracej bunke boli kompletne ponorené v tekutine.

Poznámka: nenamáčajte celý cenzor, jeho rukoväť nie je vodotesná.

- Vyčkajte, kým sa indikovaná hodnota na počítachi, kalkulačke alebo počítachi typu Palm neustáli. Nemalo by to trvať viac ako 5 až 10 sekúnd.
- Pred ďalším meraním opäť opláchnite koniec senzora destilovanou vodou.
- Ak meriate pri teplote pod 15° alebo nad 30°C, vyčkajte dlhší čas, aby teplotná kompenzácia senzora stabilizovala indikovanú hodnotu.
- **Dôležité upozornenie:** nedávajte senzor do viskózných organických tekutín, napríklad do ťažkých olejov, glycerínu alebo do etylén glykolu. Nedávajte senzor ani do acetónu alebo do nepolárnych rozpúšťadiel ako je pentán a hexán.

Je potrebné senzor slanosti kalibrovat'?

Vo väčšine prípadov nie. Každý Vernierov senzor slanosti je pred odoslaním individuálne nakalibrovaný. Kalibrácia je uložená na senzore a používa sa ako štandardná kalibrácia.

Ak však chcete senzor kalibrovat' sami, môžete použiť dvojbodovú metódu.

- **Nulový kalibračný bod:** Jednoducho ponechajte senzor mimo akejkoľvek tekutiny alebo roztoku, teda na vzduchu. Počítač, kalkulačka alebo počítač Palm ukáže veľmi malú napäťovú hodnotu. Túto hodnotu budeme považovať za 0 ppt.
- **Kalibračný bod štandardného roztoku:** Dajte senzor do štandardného roztoku (roztoku o známej koncentrácii). Dbajte, aby elektródy v podlhovastej meracej bunke boli kompletne ponorené v tekutine. Vyčkajte, kým sa indikovaná hodnota napätia neustáli. Zadajte hodnotu štandardného roztoku (napríklad 35 ppt). Informácie, ako pripraviť štandardný roztok, nájdete v ďalšom texte.

Skladovanie a údržba senzora slanosti

Po ukončení práce jednoducho opláchnite destilovanou vodou, osušte ho ofúknutím alebo laboratórnou utierkou. Senzor skladujte suchý.

Príprava štandardných kalibračných roztokov

Ak ste sa rozhodli senzor slanosti kalibrovat', budete potrebovať presný štandardný roztok. Vernier predáva štandardný roztok 35 ppt. Môžete si ho pripraviť z tuhého NaCl aj sami:

- Použite nádobu s presnými objemovými značkami (napríklad odmernú fľašu).
- Do dostatočného objemu destilovanej vody dajte 33,03g NaCl tak, aby získali 1 liter výsledného roztoku. **Dôležité upozornenie:** Nepoužívajte jodizovanú soľ, použite chemicky čistý NaCl.
- Štandardný roztok nižšej koncentrácie môžete pripraviť zriedením roztoku vyššej koncentrácie.

Poznámka: Praktická stupnica slanosti (Practical Salinity Scale) bola vyvinutá v roku 1978 vzhľadom na roztok KCl. V „Štandardných metódach skúmania vôd a odpadových vôd“ je definícia: Morská voda s teplotou 15°C, ktorej vodivosť je ekvivalentná vodivosti roztoku KCl s obsahom 32,4356 g KCl v 1 kg roztoku, sa považuje za vodu s praktickou slanosťou 35. Podľa tejto definície sa dá pripraviť štandardný roztok. Popísaná príprava štandardu s chloridom sodným je však jednoduchšia a rovnako presná.

Automatická teplotná kompenzácia

Vernierov senzor slanosti je automaticky teplotne kompenzovaný medzi 5 až 35°C. Indikované hodnoty sa automaticky vzťahujú na referenčnú hodnotu vodivosti pri 25°C. Senzor slanosti bude teda indikovať rovnakú hodnotu vodivosti v roztoku pri 15°C, ako keby bol roztok ohriaty na teplotu 25°C. To znamená, že senzor môžete nakalibrovat' v laboratóriu a potom použiť uložené kalibračné hodnoty pri meraní vonku v jazere alebo v rieke. Ak by senzor nebol teplotne kompenzovaný, pri zmenách teploty by ste pozorovali zmeny indikovanej vodivosti, aj keď by sa pritom nemenila skutočná koncentrácia iónov.

Použitie senzora vodivosti s inými Vernierovými senzormi

Je veľmi dôležité vedieť, že senzor slanosti interaguje s inými senzormi, ak sú zapojené sa ten istý interfejs (napríklad LabPro) a ak je s nimi umiestnený v spoločnom roztoku (napríklad v akváriu, alebo v kadičke). Dochádza k tomu preto, lebo senzor slanosti vysiela do roztoku signál a tento signál môže ovplyvňovať meranie iného senzora.

Nasledujúce senzory sa nedajú použiť spolu so senzorom slanosti, ak sú zapojené do jedného interfejsu a umiestnené v spoločnom roztoku:

- Senzor rozpusteného kyslíka
- pH senzor
- Ión selektívne elektródy
- Senzor vodivosti

Ak chcete súčasne merať s niektorým s uvedených senzorov, môžete to urobiť takto:

- Ak chcete merať súčasne vodivosť a rozpustený kyslík, alebo vodivosť a pH, môžete senzory pripojiť na dve rôzne interfejsové jednotky. Ak sú niektoré dva senzory z uvedených dvojíc pripojené na samostatné interfejsy, budú indikovať aj v spoločnom roztoku správne hodnoty.
- Ak meriate vzorky pri jazere alebo pri rieke, môžete to urobiť tak, že zapojíte do jedného interfejsu obidva senzory. Do vzorky vložíte najprv jeden senzor, odčítate namerané hodnoty, potom senzor vyberiete a vložíte do vzorky druhý senzor a opäť odčítate namerané hodnoty.

Nerezový teplomer je možné použiť spolu so senzorom slanosti v jednom roztoku.

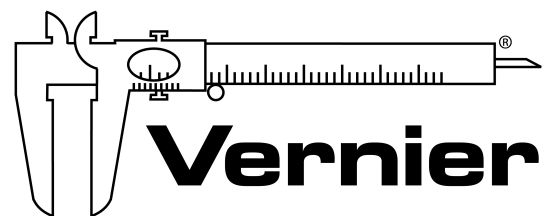
Meranie v teréne

Meranú vzorku je najlepšie odobrať ďalej od brehu a hlbšie pod hladinou. Neodporúčame, aby ste ponárali do vody priamo senzor slanosti, lebo by sa namočil celý. Elektróda nie je skonštruovaná tak, aby vydržala vyššie tlaky, teda do elektronických obvodov senzora by mohla presiaknuť voda. Aj keď je lepšie urobiť merania priamo pri odbere vzoriek, slanosť by sa nemala podstatne zmeniť, keď odoberiete vzorku a zmeriate ju neskôr. Dbajte však, aby boli vzorky dobre uzatvorené a chránené pred vyparovaním. Ak sú fľaštičky so vzorkami naplnené až po okraj, chráni to vzorky pred plynmi, napríklad oxidom uhličitým, ktorý sa môže vo vzorke vody rozpúšťať a vytvárať ióny.

Keďže senzor má zabudovanú teplotnú kompenzáciu, môžete ho nakalibrovať v laboratóriu. To znamená, že aj keď budete merať vzorku, ktorá má inú teplotu ako bola teplota pri kalibrácii, senzor bude indikovať správne hodnoty.

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



Measure. Analyze. Learn.™

Preklad: Peter Spišák, 2009