

Amóniová ión- selektívna elektróda

Kód NH4-BTA



Vernierova amóniová ión-selektívna elektróda (ISE) sa používa na meranie koncentrácie amóniových iónov (NH_4^+) vo vodných vzorkách.

Kontrola obsahu dodávky amóniovej ISE

- Ión-selektívna elektróda s odkladacou fľaštičkou
- 30 ml fľaštička s kalibračným roztokom vysokej koncentrácie (100 mg/l NH_4^+ ako N)
- 30 ml fľaštička s kalibračným roztokom nízkej koncentrácie (1 mg/l NH_4^+ ako N)
- Fľaštička na krátkodobé namáčanie ISE

Zber údajov s amóniovou 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 obvody 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 amóniovej 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.

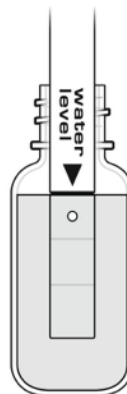
Poznámka: Ak je potrebné ISE počas namáčania preniesť mimo laboratória, použite na namáčanie fľaštičku na krátkodobé uskladnenie ISE. Odstráňte z fľaštičky uzáver a naplňte ju do 3/4 objemu roztokom vysokého štandardu. Nasuňte uzáver na ISE, vložte elektródu do fľaštičky a uzáver utiahnite.

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

II. časť: Kalibrácia ISE

Kalibrácia amóniovej ISE pomocou počítača

1. Pripojte amóniovú 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:** Amóniová 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.
- Zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku vysokej koncentrácie (napr. **100** pre 100 mg/l).
 - Keď sa hodnota napätia pre Reading 1 stabilizuje (~2 minúty), kliknite na .
 - 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.
 - Zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku nízkej koncentrácie (napr. **1** pre 1 mg/l).
 - Po stabilizácii hodnoty napätia kliknite na .
 - Keď chcete uložiť kalibráciu do senzora, postupujte takto:
 - Kliknite na záložku Calibration Storage, hore v dialógovom okne.
 - Kliknite na . Kliknite na .
 - Pokračujte kliknutím na . Kliknutím na proces ukončíte.

Kalibrácia amóniovej ISE pomocou LabQuest App

- Pripojte amóniovú ISE k LabQuestu. V menu Sensory vyberte Kalibrácia a potom sa dotknite Kalibruj.
- Kalibračný bod vysokej koncentrácie:** Amóniová 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.
- Ako hodnotu č.1 zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku vysokej koncentrácie (napr. **100** pre 100 mg/l).
- Po stabilizácii hodnoty napätia (~2 minúty) sa dotknite Uchovaj.
- 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.
- Ako hodnotu č.2 zadajte hodnotu koncentrácie kalibračného roztoku nízkej koncentrácie (napr. **1** pre 1 mg/l).
- Po stabilizácii hodnoty napätia sa dotknite Uchovaj.
- Keď chcete uložiť kalibráciu do senzora, postupujte takto:
 - Dotknite sa záložky Miesto uloženia.
 - Dotknite sa Ulož kalibráciu do senzora. Dotknite sa OK.
 - Dotyk na OK ukončí kalibračný proces.

Kalibrácia amóniovej 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:** Amóniová 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. **100** pre 100 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. **1** pre 1 mg/l).

Zber údajov

1. Ubezpečte sa, že senzor je správne nakalibrovany. Ak senzor indikuje 1,0 mg/l a senzor nie je v roztoku 1,0 mg/l, musíte ho nakalibrovat. 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. Rukovät' 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 amóniovej ISE niekoľko minút. Ak poznáte približnú koncentráciu vašich vzoriek, je lepšie urobiť analýzu od vzorky s nízkou koncentráciou ku vzorke s vysokou koncentráciou.

Použitie amóniovej 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 amóniovej 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 amóniová ión-selektívna elektróda je membránová elektróda určená na meranie špecifických iónov (NH_4^+) 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 amóniová 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 | 1 až 18.000 mg/l (alebo ppm) |
| Opakovateľnosť (presnosť) | $\pm 10\%$ celého rozsahu (kalibrované na 1 až 100 mg/l) |
| Interferujúce ióny | K^+ |
| Rozsah pH | 4-7,5 (bez kompenzácie pH) |
| Rozsah teplôt | 0–40°C (bez teplotnej kompenzácie) |
| Sklon prevodu elektródy | +56 \pm 4 mV/dekáda pri 25°C |
| Typické kalibračné napätia | Vysoký bod (100 mg/l) 2,1 V, nízky bod 1,3 V (1 mg/l) |
| Odpor elektródy | 1 až 4 M Ω |
| 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:

NH4-LST: Nízky amóniový štandard 1 mg/l

NH4-HST: Vysoký amóniový štandard 100 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 |
|--|---|---|
| Amóniový štandardný roztok vysokej koncentrácie: | 100 mg/l NH ₄ ⁺ ako N | 0,382 g NH ₄ Cl / 1 liter roztoku |
| Amóniový štandardný roztok nízkej koncentrácie: | 1 mg/l NH ₄ ⁺ ako N | Zriedte štandardný roztok vysokej koncentrácie faktorom 100 |

Výmenné moduly

Amóniová ISE má modul s PVC membránou s obmedzenou životnosťou. Záruka na tento modul je 1 rok od dátumu jeho zakúpenia. Je však možné, že membránový modul bude dobre fungovať aj po uplynutí jeho záruky. Ak spozorujete zhoršenú odozvu (napr. podstatne odlišné napätia alebo napäťové rozsahy počas kalibrácie), nastal pravdepodobne čas na výmenu membránového modulu. Dôležitá poznámka: Membránové moduly neobjednávajte vo veľkom časovom predstihu pred ich použitím, k procesu ich starnutia dochádza aj keď sú len skladované bez používania.

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

Štandardnou metódou na dosiahnutie optimálnych výsledkov pri meraní nízkych koncentrácií iónov pomocou ión selektívnych elektród je použitie roztokov na úpravu iónovej sily (ISA) na štandardné roztoky 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 amóniovou ISE. **Poznámka:** Pridávanie ISA roztoku do vzoriek alebo do kalibračných roztokov nemusí byť veľmi presné. ISA roztok môžete pridávať do vzorky po kvapkách pomocou jednorázovej Beralovej pipety. Ako ISA roztok pre amóniovú ISE odporúčame použiť 0,25M roztok octanu horečnatého pripraveného v 0,5 M kyseline octovej. Tento roztok pripravíte tak, že rozpustíte 53,6 gramov octanu horečnatého v príslušnom množstve 0,5 M kyseliny octovej tak, aby ste dostali 1,0 litra roztoku. ISA sa pridáva obvykle v pomere 1:50, teda napríklad 1 ml ISA do 50 ml testovanej vody.

Použitie amóniovej ISE

Amóniová ión-selektívna elektróda (ISE) sa dá použiť na stanovenie koncentrácie NH_4^+ iónov vo vodnom roztoku, v jednotkách mg/l, ppm alebo mol/l. Koncentrácie vodných amóniových iónov si netreba myliť s koncentráciou vodného amoniaku $\text{NH}_3(\text{aq})$. Aj keď sú tieto dve látky rozličné, často vystupujú v tej istej rovnovážnej reakcii:



V kyslejších prostrediach spôsobia vyššie koncentrácie iónov H^+ posun uvedenej reakcie doprava, výsledkom čoho bude vyššia koncentrácia NH_4^+ . V zásaditejších prostrediach bude koncentrácia NH_4^+ nižšia, čo spôsobí posun reakcie v smere reaktantov, ktoré spôsobia vyššie koncentrácie amoniaku NH_3 . Pri hodnotách pH vyšších ako 10 (obr. Č.1), sa väčšina amóniových iónov skonvertuje na amoniak. Pri hodnotách pH nižších ako 7,5, sa väčšina vodného amoniaku skonvertuje na amóniové ióny.

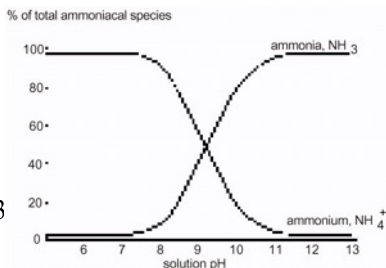
Meranie koncentrácie amónia v sladkovodných vzorkách.

Úrovně amónia v pitnej vode by nemali presahovať 0,5 mg/l, vodné toky a rybníky pri silne hnojených poliach môžu mať vyššie koncentrácie týchto iónov. Hnojivá obsahujúce síran amónny $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ alebo dusičnan amónny NH_4NO_3 môžu spôsobovať spád z polí s vyšším obsahom amónnych iónov NH_4^+ . Monitorovanie úrovni amónia vo vodnom toku, ktorý susedí s hnojenými poliami, môže vykazovať sezónne rozdiely v koncentráciách NH_4^+ . Pri takomto type výskumu by ste mali robiť aj merania pH vašich vzoriek vody. Ako sme ukázali v predchádzajúcej kapitole, vyššie alebo nižšie hodnoty pH môžu mať veľký vplyv na pomer koncentrácií $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ vo vzorke. Keďže amóniová ISE meria len úrovně NH_4^+ , pre meranie bude potrebné nastaviť pH vašich vzoriek na rovnakú hodnotu. Toto nie je nevyhnutné, keď meriate relatívne tvrdú vodu. Tvrdá voda je prirodzene pufovaná voči zmenám pH.

Vyjadrenie koncentrácie amónia

Koncentrácie amónia sa často vyjadrujú v jednotkách mg/l NH_4^+ ako N. Uvádzame výpočet prípravy štandardného roztoku 100 mg/L NH_4^+ ako N rozpustením NH_4Cl v destilovanej vode.

$$\frac{100 \text{ mg } \text{NH}_4^+}{11} \times \frac{1 \text{ g } \text{NH}_4^+}{1000 \text{ mg } \text{NH}_4^+} \times \frac{53,5 \text{ g } \text{NH}_4\text{Cl}}{14,0 \text{ g } \text{NH}_4^+ - \text{N}} = 0,3$$



Obrázok č. 1

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

Rovnica zosilnenia je: $V = 0,00727 * \text{mV} + 1,223$

Inverzná rovnica zosilnenia pre napätie mV teda bude:

$$\text{mV} = 137,55 * V - 0,1682$$

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 vápnikových iónov (Ca^{2+}), chloridových iónov (Cl^-), draselných iónov (K^+) a dusičnanových iónov (NO_3^-) vo vodných vzorkách. Objednávacie kódy sú:

- Vápniková ión-selektívna elektróda CA-BTA
- Chloridová ión-selektívna elektróda CL-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, Vernier EasyLink a iné, tu uvedené značky, sú v Spojených štátoch našimi ochrannými známkami alebo 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.