

# Go Direct 鉀離子感應器

(訂購代碼 GDX-K)



Go Direct 鉀離子感應器 (ISE) 用於測量水溶液樣品中鉀 ( $K^+$ ) 離子的濃度。與 Go Direct ISE 放大器 (訂購代碼 GDX-ISEA) 一起使用。

**注意事項：**威尼爾產品專為教育用途而設計。我們的產品不是被設計於任何工業、醫療或商業用途，如生命維持器、患者診斷、製造過程監控或任何類型的工業測試。

## 包含

- Go Direct 鉀離子感應器 (Go Direct 電極放大器連接 Go Direct 鉀 BNC 電極)
- 30 mL 含 SDS 的高標準溶液(1000 mg/L  $K^+$ )
- 30 mL 含 SDS 的低標準溶液(10 mg/L  $K^+$ )
- 短期 ISE 浸泡瓶
- Micro USB 充電線

## 相容軟體

參閱 [www.vernier.com/manuals/gdx-k](http://www.vernier.com/manuals/gdx-k) 了解與 Go Direct 鉀離子感應器相容的軟體列表。

## 開始使用

有關特定於平台的連接訊息，請參閱以下連結：

[www.vernier.com/start/gdx-k](http://www.vernier.com/start/gdx-k)

### 藍芽連接

1. 在電腦、Chromebook 或移動裝置上安裝 Graphical Analysis。
2. 首次使用感應器前至少充電 2 小時。
3. 將電極浸泡在高標準溶液中 30 分鐘以準備電極。請參閱「使用產品」部分以獲得更多訊息。
4. 按一下電源按鈕打開你的感應器。藍芽 LED 燈將閃爍紅色。
5. 啟動 Graphical Analysis。
6. 點擊感應器數據收集。
7. 從發現的無線設備列表中點擊您的 Go Direct 感應器。您的感應器 ID 位於感應器上的條形碼附近。成功

### USB 連接

1. 將電極浸泡在高標準溶液中 30 分鐘以準備電極。請參閱「使用產品」部分以獲得更多訊息。
2. 如果使用電腦或 Chromebook，請安裝 Graphical Analysis；如果使用 LabQuest 主機，請確保 LabQuest App 是最新的。
3. 連接感應器至 USB 連接埠。
4. 開啟 Graphical Analysis 或啟動 LabQuest，現在您已準備好收集數據。
5. 為了獲得最佳結果，請使用高和低標準溶液進行兩點校正。

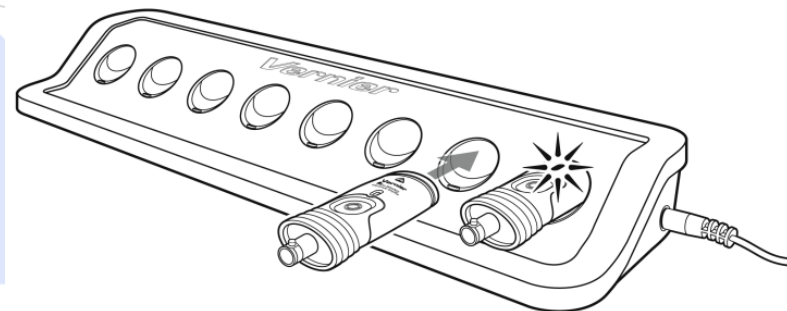
連接後，藍芽 LED 將呈綠色閃爍。

8. 點擊完成以進入數據收集模式。
9. 為了獲得最佳結果，請使用高和低標準溶液進行兩點校正。

## 感應器充電

將 Go Direct 鉀離子感應器連接到附贈的 Micro USB 充電線和任何 USB 設備兩個小時。可選擇在充電過程中將 Go Direct 鉀 BNC 電極連接到放大器。

您還可以使用我們單獨出售的 Go Direct 充電座為多達 8 個 Go Direct 鉀離子感應器充電 (訂購代碼：GDX-CRG)。每個 Go Direct 鉀離子感應器上的 LED 均表示充電狀態。



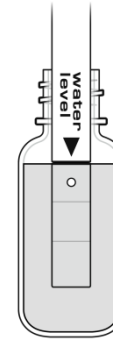
充電	當感應器正在充電時維持穩定的藍燈。
充滿電	當充電完成藍燈會熄滅。

## 感應器供電

開啟感應器	按電源按鈕一次，當設備開啟時，電源圖示旁邊的紅色 LED 燈亮起。
睡眠模式	按住按鈕超過三秒及進入睡眠模式。紅色 LED 燈在睡眠模式時熄滅。

## 連結感應器

連接和充電	當感應器透過 USB 連接到 Graphical Analysis 且設備正在充電時，藍色和綠色 LED 穩定亮起。（綠色 LED 被藍色 LED 蓋住。）
連接且充滿電	當感應器透過 USB 線連接到 Graphical Analysis 且設備已充滿電時，綠色 LED 穩定亮起。
透過 USB 充電，透過藍牙連接	藍色 LED 持續亮起，綠色 LED 閃爍，但是綠色閃爍的 LED 看起來是白色的，因為它被藍色蓋住了。



## 識別感應器

連接兩個或多個感應器時，可以透過點擊「感應器訊息」中的「識別」來識別感應器。

## 使用產品

1. 轉開蓋子，然後從電極上取下儲存瓶和蓋子。
2. 用蒸餾水或去離子水徹底沖洗探頭的下部。
3. 將電極頭放在高標準溶液中浸泡 30 分鐘。
  - 請勿將電極放在容器底部。
  - 電極尖端的白色參考點應該浸入在標準液下。
  - 確保電極下方沒有氣泡。
4. 按照「開始使用」部分中的步驟連接感應器。
5. 為了獲得最佳結果，請使用高和低標準溶液進行兩點校正。
6. 完成測量後，請用蒸餾水沖洗電極。
7. 將蓋子滑到電極主體上，然後將蓋子旋到儲液瓶上，以使電極的尖端不接觸海綿。

**重要：**請勿將感應器完全浸入水中。BNC 連接處不防水。

**重要：**請勿將電極浸泡超過 24 小時。

**注意：**如果在浸泡過程中需要將電極拿到戶外，請使用 ISE 短期浸泡瓶。從瓶子上取下瓶蓋，並用高標準液充滿 3/4。將瓶蓋滑到電極上，將其插入瓶中並轉緊。如果要長時間存放超過 24 小時，請確保將感應器存放在其儲存瓶中，並且海綿略微浸濕。

## 連接埠

Go Direct 鉀離子感應器具有六個感應器連接埠，分別是

- 電壓 (mV)
- 氟化物 (mg/L)
- 銨 (mg/L)
- 鈣 (mg/L)
- 硝酸鹽 (mg/L)
- 鉀 (mg/L)

**注意：**鉀連接埠是此感應器的預設連接埠。除電壓以外其他連接埠都是互斥的（即您可以同時顯示一個濃度連接埠和電壓，但不能同時顯示兩個濃度連接埠）。為了從其他濃度連接埠收集數據，您還必須將適用的相應 BNC 電極連接到放大器

## 校正感應器

出廠前，校正已儲存在每個感應器上。隨著膜的老化，此原廠校正可能會變得不準確。為了獲得最佳結果，我們建議執行兩點校正。

**注意：**如果打算在提供的標準範圍之外使用電極，則需要準備自己的標準液並將其用於浸泡和校正。標準液應相差兩位數（例如 5 mg/L 和 500 mg/L）。

## 規格

範圍	90–39,000 ppm
干擾離子	Rb <sup>2+</sup> 、Cs <sup>2+</sup> 、NH <sup>4+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、Li <sup>+</sup>
pH 範圍	2–12 (無 pH 補償)
溫度範圍	0–40°C (無溫度補償)
電極斜率	在 25°C 時為 56±4 mV / decade
一般電壓讀數	166 mV 在 1000 mg/L, 50 mV 在 10mg/L
電極電阻	1–10 MΩ
校正後的準確度	完整刻度的±11%
最小樣本尺寸	必須能浸沒 2.8 公分 (1.1 英寸)
準確度	完整刻度的±16%
USB 規格	2.0
無線傳輸規格	藍牙 4.2
最大無線範圍	30 公尺
電池	300 mA 鋰聚
電池壽命 (單次充滿電)	~24 小時
電池壽命 (長期)	~500 次完全充電循環 (幾年取決於使用情況)

## 保養與維護

適當的保存對於延長電極使用壽命非常重要。

- ISE 的長期保存 (超過 24 小時)：用蒸餾水潤濕長期保存瓶底部的海綿。使用完 ISE 後，請用蒸餾水沖洗乾淨並用紙巾吸乾。鬆開瓶蓋並插入 ISE。**注意**：ISE 的尖端不能接觸海綿。檢查並確保白色參考點在瓶內，而不是在瓶外或墊圈下。轉緊蓋子。這樣可將電極保持在潮濕的環境中，從而防止完全乾燥。
- 按住按鈕至少三秒鐘，使感應器進入睡眠模式。紅色 LED 燈停止閃爍代表感應器處於睡眠模式。幾個月後，電池會放電，但不會損壞。要使用前請為感應器充電幾個小時，然後便可以使用了。

- 短期濕儲存 (少於 24 小時)：將高濃度標準液裝滿短期浸泡瓶的 3/4。鬆開蓋子，將電極插入瓶中並轉緊。

**注意**：將電池暴露在超過 35°C (95°F) 的溫度下會縮短其使用壽命。如果可以請將感應器存放在非極端溫度的地方。

### 維護和更換 ISE 標準校正溶液

擁有準確的標準溶液對於執行良好的校正很重要。如果沒污染 ISE 隨附的兩種標準溶液，它們可以使用很久。在某些時候您可能需要補充標準溶液。Vernier 出售一瓶 500 mL 的低濃度鉀標準品 (10mg/L、訂購代碼 K-LST) 和高濃度鉀標準品 (1000mg/L、訂購代碼 K-HST)。

要自己配製標準溶液，請使用下表中的資訊。**注意**：請使用專為精確測量體積而設計的玻璃容器，例如定量瓶或量筒。所有玻璃容器必須非常乾淨。

標準溶液	濃度 (mg/L 或 ppm)	使用優質蒸餾水的配製方法
高濃度鉀標準品	1000 mg/L K <sup>+</sup>	1.907 克 KCl / 1 L 溶液
低濃度鉀標準品	10 mg/L K <sup>+</sup>	將高濃度鉀標準品稀釋 100 倍 (從 1000 mg / L 到 10 mg / L) *

\*如下所述連續進行兩次稀釋。

- 將 100 mL 的高濃度鉀標準液與 900 mL 的蒸餾水攪拌均勻。
- 將步驟 a 中配備的溶液 100 mL 與 900 mL 蒸餾水攪拌均勻。

### 更換組件

Go Direct 鉀離子感應器的 PVC 膜組件使用壽命有限。自購買日起，保證該組件在 12 個月內沒有缺陷。但是，有可能您使用的比保固期限更長。如果發現反應下降，可能是時候更換模組了。**重要**：不要在尚未需要更換模組之前就訂購它們。即使將它們存放在架子上，也會發生降解過程。

### 電池資訊

Go Direct 鉀離子感應器包含一個小型鋰離子電池。該系統設計用於消耗很少的電力，而不會對電池造成很高的負擔。雖然電池保修一年，但電池預期壽命為數年。(訂購代碼：GDX-BAT-300)。

### 防水性

Go Direct 鉀離子感應器鉀離子感應器不防水，不應該將 BNC 上方浸入水中。如果設備進水，請立即關閉設備電源 (按住電源按鈕超過三秒鐘)。斷開感應器和充電傳輸線，然後取出電池。在再次嘗試使用設備之前，請讓設備徹底乾燥。不要嘗試使用外部熱源進行乾燥。



## 感應器如何操作

組合離子選擇電極由離子特異性（感應）半電池和參考半電池組成。離子特異性半電池所產生的電位勢相對於參考半電池而言，取決於被測樣品中目標離子的活性。離子活性和電位勢讀數隨樣品目標離子濃度的變化而改變。用能斯特（Nernst）方程式描述了用 ISE 測量的電位勢與離子活性之間的關係，離子活性與樣品中的離子濃度有關：

$$E = E_o - 2.303 \frac{RT}{nF} \log(C + C_o)$$

$E$  = 離子選擇電極和參考電極之間的測量電位勢（mV）

$E_o$  = 離子選擇電極和參考電極之間的標準電位勢（mV）

$R$  = 理想氣體常數 ( $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

$T$  = 溫度（單位：K）， $T(\text{K}) = 273.15 + t^\circ\text{C}$ ， $t$  是被測溶液的溫度，以 $^\circ\text{C}$ 為單位。

$F$  = 法拉第常數 ( $96485 \text{ C mol}^{-1}$ )

$n$  = 離子價數

$C$  = 被測離子濃度

$C_o$  = 偵測極限

由於  $R$  和  $F$  是固定的，因此它們不會改變，被測離子的電荷（價數）也已知。因此可以將該等式簡化為：

$$E = E_o - S \cdot \log(C + C_o)$$

$S = -2.303 \frac{RT}{nF}$  是 ISE 的理想斜率

下表描述了理想的行為：

離子樣品	n (離子價數)	S (在 25 °C), mV/decade
鈣離子 ( $\text{Ca}^{2+}$ )	+2	+29.58
鉀離子 ( $\text{K}^+$ )，銨離子 ( $\text{NH}_4^+$ )	+1	+59.16
硝酸根 ( $\text{NO}_3^-$ )，氯離子 ( $\text{Cl}^-$ )	-1	-59.16

假設  $C_o$  接近零，則方程式可寫為：

$$C = 10^{(E - E_o) / S}$$

允許計算離子濃度。

請務必注意，此表反映了理想的狀態。離子選擇電極的斜率通常低於理想值。公認的 ISE 斜率允許在理想值的 88–101% 之間。斜率 ( $S$ ) 是 ISE 性能的指標。如果斜率隨時間變化很大，則表示可能有必要更換 ISE 感應器前端模組。

## 電位 vs. 濃度

要測量水性樣品的 mV 讀數無需校正。要將 mV 讀數轉換為濃度（mg/L 或 ppm），軟體使用能斯特方程式的修改版本：

$$C = 10^{[(E - E_o) / S_m]}$$

$C$  = 待測離子濃度 (mg/L 或 ppm)

$E$  = 測得的樣品電位 (mV)

$E_o$  = 當  $C = 1 \text{ mg/L K}^+$  濃度時測得的樣品電位 (mV)

$S_m$  = 測得的電極斜率 mV/decade

測得的電極斜率  $S_m$  其值透過測量兩個標準溶液的電位勢並求解以下方程式來確定：

$$S_m = - [(低標準 - 高標準) / \# \text{ of decades}^*]$$

\*一個 decade 被定義為兩種標準溶液之間差了幾倍。例如，1 mg/L 的標準液和 100 mg/L 的標準液就差了兩個 decade（相差 100 倍，即  $1 \times 10^2$ ）。

### 計算範例，將 mV 轉換為 mg/L

對於此範例，測得的數量顯示在下表中：

溶液	測得電位
1 mg/L $\text{K}^+$ 標準	-8 mV
10 mg/L $\text{K}^+$ 標準	50 mV
1000 mg/L $\text{K}^+$ 標準	162 mV
未知樣品	138 mV

$$S_m = - \frac{(50 \text{ mV} - 162 \text{ mV})}{2 \text{ decades}} = 56 \text{ mV/decade}$$

$$C = 10^{[(138 \text{ mV} - (-8 \text{ mV})) / 56 \text{ mV/decade}]} = 405 \text{ mg/L K}^+$$

## 故障排除

### 使用離子強度調節劑來提高準確度

為了在低濃度下獲得最佳結果，使用離子選擇電極進行測量的標準方法是向每個標準溶液和樣品中添加離子強度調節劑 (ISA)。

添加 ISA 可確保所測量的每種溶液中的總離子活性幾乎相等，而與特定離子濃度無關。當測量非常低的離子濃度時，這一點尤其重要。ISA 不包含 ISE 本身具有的離子。**注意：**在以下所述的樣品或標準物中添加 ISA 並不需要具有很高的準確性-使用滴管效果很好。我們建議使用 1 M NaCl 溶液。

## 配件/替換

### 名稱

電極儲存瓶，每包 5 個

高濃度 K ISE 標準溶液

低濃度 K ISE 標準溶液

鉀替換模組件

Go Direct 鉀離子感應器 BNC

Go Direct ISE 放大器

Vernier Micro USB 傳輸線

USB Type C 轉 Micro USB 傳輸線

Go Direct 300 mAh 備用電池

### 訂購代碼

BTL-ES

K-HST

K-LST

K-MOD

GDX-K-BNC

GDX-ISEA

CB-USB-MICRO

CB-USB-C-MICRO

GDX-BAT-300

## 保固

威尼爾公司承諾所有產品沒有設計上的缺陷和製造上的瑕疵。自出售日起，在正常使用下免費保固五年，人為損壞除外，正常消耗品(如 pH 緩衝液、離子電極校準液等)除外。

注意：鑑於維護台灣消費者之權利，台灣總代理廣天國際有限公司僅維護出具貼有廣天國際有限公司保固貼紙之產品，才享有上述之服務。

## 製造商

威尼爾軟體與技術公司 (Vernier Software & Technology)

13979 S.W. Millikan Way Beaverton, Oregon 97005-2886 USA

電話：888-837-6437

傳真：503-277-2440

## 台灣總代理

廣天國際有限公司

地址：台北市信義區基隆路二段115號7樓之3

電話：02-23822027

傳真：02-23820206

郵編：110

電郵：[support@calculator.com.tw](mailto:support@calculator.com.tw)

網站：[www.vernier.com.tw](http://www.vernier.com.tw)

