默克純水報 H2O 教室

親愛的純水用戶：

您好。

在上一期，我們探討分析實驗室中極普遍的工具：離子層析儀 (Ion chromatography) 的原理及用水需求，並分析用水品質可能對實驗結果造成的影響。

此期純水報，內容將討論另一重要儀器：感應耦合電漿光學放射光譜儀 (Inductively coupled plasma optical emission spectrometry, ICP-OES)，除簡介其原理之外，更針對水的純度對此分析方法的重要性加以說明，以及說明哪些水中污染物將影響其分析實驗結果。

再次感謝您的閱讀，也希望此篇文章對您的實驗或研究有很大的幫助！

默克密理博事業體
純水技術處　敬上

第十三期

「感應耦合電漿光學放射光譜儀的用水品質需求及水中污染物質對於分析結果的可能影響」

2013. 04. 22

感應耦合電漿光學放射光譜儀 (ICP-OES) 概述

感應耦合電漿光學放射光譜儀 (Inductively coupled plasma optical emission spectrometry, ICP-OES) 是一項用於分析微量金屬的分析儀器。它是放射光譜儀的一種，經由感應耦合式電漿 (ICP) 產生能量後轉移到分析元素上，將原子變成激發態並且使它們游離。一旦這些生命期極短的高能態開始發生弛豫現象 (relaxation phenomenon), 就會釋放出特定元素的輻射。輻射波長可說是每種元素的特性, 而輻射強度則和樣品溶液的濃度成比例。因此, 我們可以同時測定 70 種以上的元素。ICP-OES 的偵測能力很強，且其最大優勢在於元素測定極為快速而且干擾程度低。

ICP-OES 由兩個主要部分組成：感應耦合電漿 (ICP) 及光學放射光譜儀 (optical spectrometer)。氬氣通常用來產生電漿。當石英鉅管開啟時，一強大的磁場隨之產生，氬氣會在此磁場被離子化並流向磁場，然後隨即產生一高溫穩定的電漿。

蠕動幫浦負責將液態的樣品送入霧化器 (nebulizer) 中，在此空間裡樣品會被離子化並直接送入電漿火焰當中。樣品會立即與電子及其他電漿中帶電的離子相碰撞，進而裂解成帶電的離子。不同種類的分子將降解成其對應的原子，原子中的電子脫離後，會重覆結合到電漿中，並產生相關元素的特定波長光譜。

轉移鏡片 (Transfer lenses) 用來聚集發射的光於衍射光柵 (diffraction grating) 上，通過光柵的光線會被分成不同波長的發射光，並進入光學光譜儀中，光波強度於光電倍增管 (photomultiplier tube) 中於不同波長下以光譜儀測得。

實驗用水品質對 ICP-OES 的影響

ICP-OES 的偵測極限在 0.1~1 µg/L 或 ppb，會隨不同種類偵測器而有所不同。即使這樣的極限不能滿足微量元素偵測需求，ICP-OES 仍是日常分析實驗中非常有效及實用的技術，並於環境檢測或化學實驗室中佔有很重要的地位。

在 ICP-OES 分析過程中，樣品會氣化及離子化並成為離子供光學偵測器偵測。氬氣反應時可能的干擾因素已被完整的研究探討，而此電漿技術已被設計改良成可供個人簡易操作的一項技術。

水雖未在分析的過程被使用，但樣品、空白對照、標準品製備步驟皆需要高純度的水。前處理選用的水需符合以下兩項特性：

- 不會與待分析金屬產生干擾。
- 允許儀器運作於最佳的狀態，例如：減低 ICP-OES 可能的污染物質至最低。

ICP-OES 分析用水所需品質，則應符合以下標準：

- 低離子含量，以避免與待測物質產生干擾。通常 18.2 MΩ•cm 的比阻抗值可保證水中不含會與待測物質干擾的離子。高比阻抗值可透過數種技術來達成，如結合逆滲透 (reverse osmosis)、連續電子式去離子 (electrodeionization) 或混床式離子交換樹脂 (mixed bed ion exchange resins) 等技術。
- 低顆粒含量以避免破壞霧化器 (nebulizer)。顆粒種類可能包含硬顆粒及膠體 (colloids)。於水純化步驟終端放置一 0.22 µm 過濾器可確保水中不會有干擾的顆粒存在。
- 低微生物或細菌含量。因微生物或細菌亦可能變成顆粒，進而損壞霧化器。於水純化步驟終端放置一 0.22 µm 過濾器可確保水中微生物含量低於 1 cfu/mL。
- 合理或低含量的有機物質。有些較大且從自然界物質降解的有機物質如木質素、腐質酸等，可能會於離子化過程中附著在霧化器的表面。這些大顆粒有機物質可利用逆滲透膜及活性碳將之有效的去除。其他種類的有機物質亦可藉由紫外燈光氧化過程進行去除。

利用 ICP-OES 分析 Type I 超純水顯示，在超純水中所有偵測元素的含量都在偵測極限 (detection limit) 以下。因此 Type I 等級的超純水，可用以稀釋校正曲線所需標準品，亦可用在樣品的潤洗及樣品的分解步驟。

下方為利用 Iris Intrepid (Thermo) ICP-OES 分析的結果，可佐證上述的說明：

Element / λ (Å)	Avg LOQ (mg/L)
Ag3280	<.0015
Al1670	<.0010
Al3961	<.0080
As1890	<.0090
B_2497	<.0010
Ba2335	<.0005
Be3130	<.0005
Bi2230	<.0090
Ca1840	<.0100
Ca3179	<.0100
Cd2144	<.0005
Cd2265	<.0005
Cd2288	<.0005
Co2286	<.0015
Cr2677	<.0012

Element / λ (Å)	Avg LOQ (mg/L)
Cu3247	<.0020
Fe2599	<.0015
K_7664	<.0100
Li6707	<.0010
Mg2852	<.0010
Mn2576	<.0005
Mo2020	<.0015
Na5889	<.0040
Na5895	<.0050
Ni2316	<.0010
P_2136	<.0060
Pb2203	<.0080
S_1820	<.0100
Sb2068	<.0100
Se1960	<.0100
Si2516	<.0010
Sr4077	<.0005
Ti3349	<.0010
V_2924	<.0015
Zn2138	<.0008

LOQ: Limit of quantitation

選擇適當的純水做為 ICP-OES 實驗用水

默克密理博研發出許多滿足 ICP-OES 實驗者所需的超純水製造機。例如：Milli-Q Integral、Milli-Q Advantage、Milli-Q Reference、Synergy UV、Simplicity UV、Direct-Q UV 等機型。

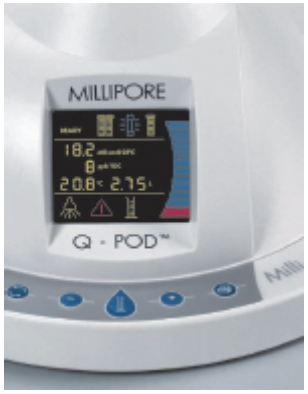
在選擇實驗室 ICP-OES 實驗所需超純水時，可根據以下各項因素綜合考量之後，選擇最適當的系統：

- 分析方法
- 研究方法所需的水用量
- 方法的偵測極限 (detection limits)
- 純水系統的確效 (validation) 需求
- 實驗室純水系統的供水來源
- 實驗室日常所需純水/超純水用量
- 實驗室的空間配置

- 線上即時監控系統: 確保純水品質保持在正常規格範圍內
- 實驗室中其他需要使用純水的分析儀器或應用
- 實驗室的分析儀器或實驗應用的未來規劃

備註 :

1. 資料來源: http://www.millipore.com/lab_water



默克密理博事業體
純水技術處
www.merck-millipore.com

Merck Millipore is a division of MERCK