

# PURIFICACIÓN DE AGUA

■ Dr. Elmar Herbig, Sartorius  
M. Reutz and R. Braitmayer, ATU GmbH, Herrenberg, Germany  
Sartorius Weighing Technologies GmbH  
Goettingen, Germany  
info@sartorius.com  
www.sartorius.com

La Espectrometría de Masas de Plasma Inductivo Acoplado (ICP-MS) es una técnica de análisis multi-elemental altamente sofisticado que se utiliza cada vez más para el análisis de trazas en las industrias farmacéuticas; alimentos y bebidas; medioambiental así como en laboratorios analíticos.

## Agua Ultra Pura para el análisis de trazas con ICP-MS

La técnica ICP-MS es capaz de analizar límites de detección de hasta sub-ppt (partes por trillón), las cuales sólo se pueden lograr en el ambiente de una sala limpia.

Dado que el agua es utilizada en ensayos para análisis de trazas elementales con ICP-MS, es obvio que cualquier contaminación del agua puede comprometer un análisis entero. Por lo tanto, el agua utilizada deberá ser de una calidad de grado

analítico, por ejemplo agua ASTM Tipo I. El objetivo de la serie de ensayos analíticos descrito abajo es para asegurar que el agua ultra pura generada por los equipos de agua Arium Pro UV tienen un alto nivel de pureza (en este caso libre de elementos metálicos y no metálicos respectivamente) y que pueda ser utilizada sin ningún problema para el análisis de elementos en trazas realizados por dispositivos ICP-MS.

### Principio de la tecnología ICP-MS

La tecnología ICP se basa en los principios de la espectroscopia de emisión atómica. Las muestras son descompuestas en iones cargados positivamente basándose en su proporción masa/carga en un plasma de argón a alta temperatura pasando posteriormente a través de un espectrómetro de masas para la detección. En principio, el ICP-MS consiste en los siguientes pasos: preparación de la muestra y la introducción, generación del aerosol, ionización por una fuente de plasma de argón, separación de la masa, e identificación por el sistema de detección, incluyendo el análisis de datos (de acuerdo a Worley and Kvech 1)

### El sistema de agua ultra pura

El equipo Arium por UV (fig. 1) está diseñado para producir agua ultra pura desde fuentes de agua pre tratada para eliminar trazas de contaminantes residuales. Para la purificación general de agua, son utilizadas tecnologías varias (destilación, ósmosis inversa, desionización, y electro desionización).

La Producción de agua ultra pura con ARIUM requiere recirculación continua y flujo constante. Esto se lleva a cabo a través de un sistema de bombas con regulación de presión. La conductividad del agua de alimentación es medida a la entrada y en la salida de agua (Producto intermedio). El contenido de carbono orgánico total (TOC) es controlador por un monitor de TOC.

El Proceso de purificación real depende del modelo de Arium y de la tecnología



Figura 1. El sistema de agua ultra pura Arium Pro UV

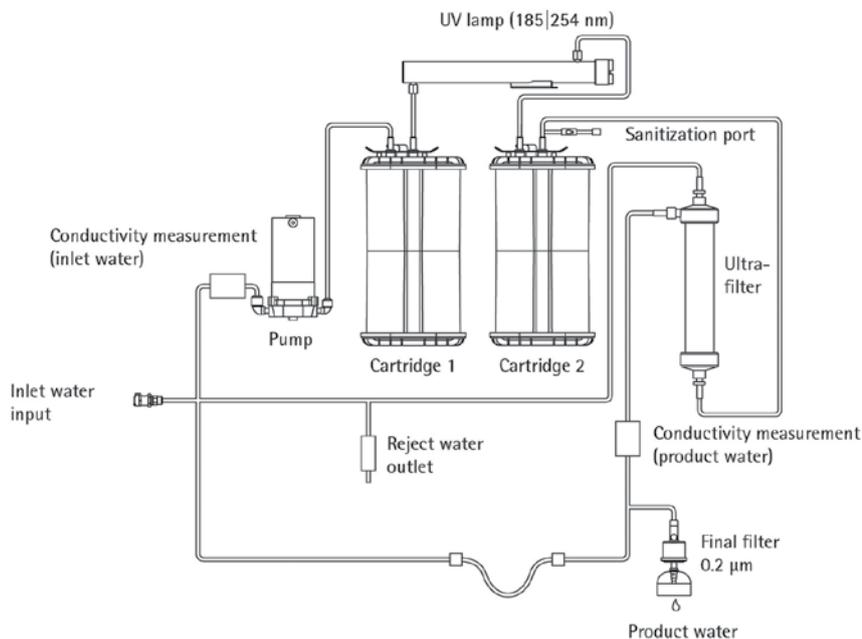


Figura 2

utilizada. Este sistema trabaja con dos conjuntos de cartuchos diferentes.

Los cartuchos contienen carbón activado adsorbente especial y un lecho mixto de resinas especial de intercambio iónico diseñado para entregar agua de alta pureza con un bajo nivel de residuos. En el sistema, una lámpara UV, emite a 185 y 254 nm y es utilizada como agente germicida y oxidante. Un filtro final de 0,2 µm a la salida se instala para eliminar las partículas y bacterias del agua ultra pura, desde donde el agua ultra pura es dispensada. El Proceso general descrito es representado en la figura 2.

### El Método de Ensayo

Los ensayos fueron llevados a cabo con el equipo de agua ultra pura Sartorius Arium Pro UV en una campana de flujo laminar Clase 1. Las muestras fueron tomadas del punto de dispensación (sin el filtro final instalado) y fueron analizadas con un sistema ICP-MS 7500s (Agilent) 2.

### Los Resultados

El análisis de trazas de elementos requiere reactivos y/o solventes y agua de alta pureza para asegurar que no altere la precisión del instrumento ICP-MS. Por ejemplo, el agua pura es necesaria para crear blancos de instrumentos, curvas de calibración, y soluciones estándares.

El agua purificada también es necesaria para la preparación de muestras y por lo tanto debe estar libre de esos elementos

que están bajo investigación.

Las soluciones estándares de los elementos mencionados a continuación fueron inyectadas con un blanco del instrumento (valor cero) en un sistema ICP-MS para generar curvas de calibración. Las figuras 3 y 4 muestran ejemplos de las curvas de calibración de Plomo (fig. 3) y Cromo (fig. 4) como una función del valor de la señal trazada versus la concentración del elemento expresada en ppt.

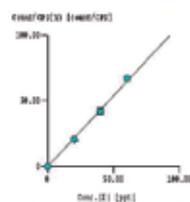


Figura 3. Curva de calibración de Plomo

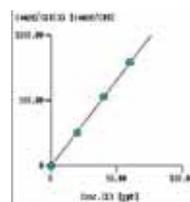


Figura 4. Curva de calibración de Cromo

Las concentraciones de cada elemento en las muestras ensayadas fueron calculadas a partir de las curvas correspondientes y se visualizan en la tabla 1.

Elemento	Límite de detección en ng/L (ppt)	Concentración en Arium Pro UV del agua Producida (0,055 µs/cm)
Arsénico As	1 ppt	Debajo del límite de detección
Boro Bo	10 ppt	Debajo del límite de detección
Cadmio Cd	0,5 ppt	Debajo del límite de detección
Cromo Cr	0,5 ppt	Debajo del límite de detección
Plomo Pb	0,5 ppt	Debajo del límite de detección
Mercurio Hg	5 ppt	Debajo del límite de detección
Selenio Se	10 ppt	Debajo del límite de detección

Tabla 1. Análisis de trazas en el agua Producida por el Arium Pro UV

■ **ES NECESARIO GARANTIZAR QUE EL AGUA GENERADA PARA SER UTILIZADA EN PROCESOS DE ANÁLISIS DE TRAZAS ELEMENTALES CON ICP-MS TENGA UNA CALIDAD DE GRADO ANALÍTICO, POR EJEMPLO AGUA ASTM TIPO I**

### Conclusión

Se puede visualizar claramente que bajo las condiciones de ensayos dadas, las cantidades de los diferentes elementos en ng/L (ppt), especificados arriba, están por debajo de los límites de detección. Para alcanzar esta alta calidad de agua, todas las partes del sistema incluyendo las tuberías han sido diseñadas especialmente para la aplicación ICP-MS y son utilizadas para la producción en serie de los dispositivos Arium Pro UV. Los resultados obtenidos ilustran claramente que el agua ultra pura producida por Arium Pro UV es excepcionalmente adecuada para el uso con la tecnología ICP-MS ya que las fuentes de error o los riesgos de inexactitudes debido a la presencia de trazas de elementos mencionados, son minimizados.

Estas condiciones son un requisito para el análisis de trazas en industrias farmacéuticas y medioambientales así como en laboratorios analíticos.

### Agradecimientos

Agradecimiento especial para ATU GmbH – Analytik für Technik und Umwelt por la literatura y los resultados proporcionados, así como las discusiones relativas con la tecnología de ICP-MS descrita. ◀

### Referencias/Más información

- [1] Información publicada por Worley, Jenna and Kvech, Steve en Internet. Sin una fecha de publicación específica: [http://www.seaes.manchester.ac.uk/research/facilities/agu/equipment/ICP\\_MS/moreinfo/](http://www.seaes.manchester.ac.uk/research/facilities/agu/equipment/ICP_MS/moreinfo/)
- [2] Reinstwasseranalyse am Auslauf der "Arium Pro UV Anlage" ATU GmbH-Analytik für Technik und Umwelt, Herrenberg, 2011