

Análisis de agua



Control de calidad del agua



Metrohm ...

- es el líder mundial del mercado en el campo de la titulación
- ofrece además de diversos métodos de análisis iónico (titulación, voltamperometría y cromatografía iónica) una completa gama de productos para el análisis NIR y Raman
- es una empresa suiza y fabrica sus productos exclusivamente en Suiza
- concede 3 años de garantía a los aparatos y 10 años a los supresores químicos para la cromatografía aniónica
- apoya a sus clientes con sus amplios conocimientos y su gran experiencia en aplicaciones
- pone a su disposición gratuitamente más de 1800 aplicaciones
- asiste a sus clientes en todo el mundo a través de un servicio local seguro y eficiente
- no cotiza en la bolsa, sino que es propiedad de una fundación de utilidad pública
- sigue una política de gestión empresarial que concede prioridad a los intereses de los clientes y del personal sobre la maximización de los beneficios

Metrohm – análisis de agua a la medida de las necesidades

Sustancias peligrosas en el agua

El agua es la fuente y la base de la vida. Esencial para nuestro metabolismo, es también nuestro alimento más importante. Como solvente y agente de transporte, no solamente contiene metales y nutrientes vitales, sino también – y en una medida cada vez mayor – sustancias contaminantes que se bioacumulan en organismos acuáticos o terrestres. Para el control de calidad y la evaluación de riesgos, los laboratorios de análisis de agua necesitan instrumentos y métodos rentables y efectivos que permitan trabajar con una variedad de sustancias peligrosas cuya complejidad va en aumento, con un número creciente de muestras y con límites de detección cada vez más bajos.

Usted puede contar con nosotros

Como fabricante líder de instrumentos para análisis químicos, somos conscientes de los retos a los que usted se enfrenta. Por esta razón, Metrohm no solamente le ofrece los instrumentos más modernos, sino soluciones completas para cada análisis específico. Sus interlocutores en Metrohm son especialistas competentes que desarrollan aplicaciones adaptadas a sus necesidades y le ofrecen una asistencia profesional en todos los asuntos relacionados con el análisis del agua.

Descubra en las páginas siguientes las soluciones analíticas que Metrohm puede ofrecer al sector del análisis del agua en general y a usted en particular, para asegurar la calidad y fiabilidad de su trabajo. Estamos a su servicio para satisfacer sus exigencias.



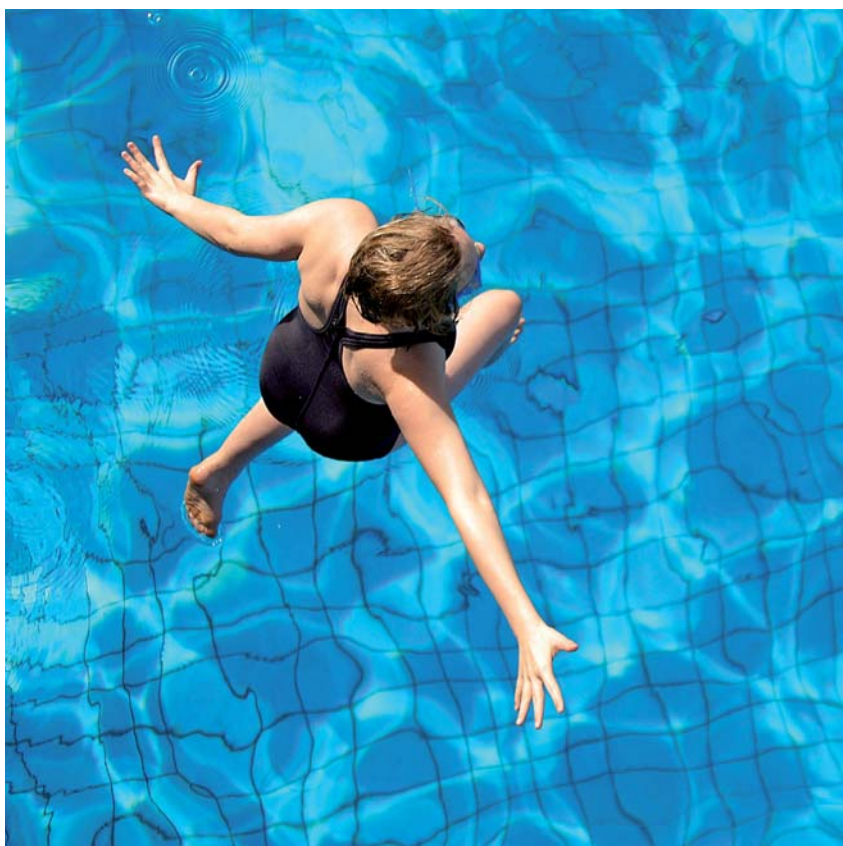
El agua contiene a veces más de lo que nos gustaría ...

04

Para Tales de Mileto (aprox. 625–545 a.C.), uno de los «siete sabios de Grecia» y uno de los primeros filósofos naturalistas, el agua era el principio de todas las cosas – y todo se reconvertía en agua tras su ciclo de vida. Esta idea adquiere hoy un significado completamente nuevo, dado que en el agua podemos detectar alrededor de 1700 sustancias diferentes, en su mayoría antropogénicas. En sus usos como alimento y fuente de energía, para el riego, como medio de dilución, de limpieza o de refrigeración así como vía de transporte y corriente de agua receptora, el agua se contamina con abonos, pesticidas, medicamentos, hormonas, compuestos de metales pesados, productos cosméticos y sintéticos, etc. Debido a los

peligros que esta contaminación supone para la salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha fijado valores de referencia para 200 sustancias contenidas en el agua. Estos valores, junto con las características hidrogeológicas de los distintos países, constituyen la base para determinar valores límite específicos para cada país en particular. Por esta razón el agua está regulada por un gran número de leyes, normas y prescripciones en la mayoría de los países.

Para muchas de estas normas y prescripciones, Metrohm ofrece instrumentos y métodos de análisis robustos, fiables y muy precisos.



Normas importantes en el sector del análisis del agua

Las siguientes normas describen la medida de pH y conductividad así como la determinación de aniones y cationes en diferentes aguas. Los instrumentos de Metrohm cumplen todas las exigencias mínimas y los valores límite estipulados en las normas correspondientes. Algunas de

estas prescriben la determinación simultánea de varios analitos (por ejemplo, la EPA 300.1), siendo posible también determinar uno y el mismo componente (por ejemplo, el cloruro) por medio de diferentes técnicas analíticas en función del valor límite prescrito y de la matriz.

Parámetro	Norma	Matriz	Método	Pág.
Valor pH	DIN 38404-5	Todas las aguas	Medida de pH	6
	EPA 150.1	Agua de mar Agua potable Agua residual Lluvia ácida	Medida de pH	
	USP <791>	Agua ultrapura para uso farmacéutico	Medida de pH	
Conductividad	DIN EN 27888	Agua potable	Medida de la conductividad	7
	EPA 120.1	Agua de mar Agua potable Agua residual Lluvia ácida	Medida de la conductividad	
	USP <645>	Agua ultrapura para uso farmacéutico	Medida de la conductividad	
Dureza total Ca, Mg	EPA 130.2	Agua potable Agua residual	Titulación	8
	EN ISO 9963	Agua potable Agua residual		
	DIN 38406-3	Agua potable Agua residual		
Acidez y basicidad	DIN 38409-7	Agua en general	Titulación	
Alcalinidad como CaCO ₃	EPA 310.1	Agua de mar Agua potable Agua residual	Titulación	8
Cl ⁻	DIN 38405-1	Agua potable Agua residual	Titulación	8
Índice de permanganato	DIN EN ISO 8467	Agua potable	Titulación	9
Demanda química de oxígeno (DQO)	DIN 38409-44 ASTM D1252	Agua de mar Agua residual	Titulación	10
Aniones, p.ej. F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , etc.	EPA 300.1, Part A	Agua potable Agua residual	Cromatografía iónica	12
Oxihaluros	EPA 300.1, Part B	Agua potable Agua residual	Cromatografía iónica	12
	EPA 317.0	Agua potable		
	EPA 326.0	Agua potable		
	DIN EN 11206	Agua potable		
Cationes, p.ej. Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , etc.	ASTM D 6919	Agua residual Agua ultrapura	Cromatografía iónica	14
	ISO 14911	Agua residual Agua ultrapura		
		Agua residual Agua ultrapura		
Zn, Cd, Pb, Cu, Tl, Ni, Co	DIN 38406-16	Agua residual Agua ultrapura	Voltamperometría	17
U	DIN 38406-17	Agua cruda Agua potable Agua subterránea	Voltamperometría	
CN ⁻	Preparación de muestras según DIN 38405-13	Agua potable Agua residual	Voltamperometría	
Cd, Pb, Cu, Fe ^{II} /Fe ^{III} , Cr ^{VI}	–	Agua de mar	Voltamperometría	18
Cu, Fe, Zn, Co	–	Agua de calderas Agua refrigerante	Voltamperometría	19
Valor pH Conductividad Aniones Cationes	Varios	Todas las aguas	Titulación y Cromatografía iónica; TitrIC; Voltamperometría y Cromatografía iónica, VoltIC	20
Valor pH, conductividad y parámetros que se pueden determinar mediante titulación o voltamperometría	Valores límite dependientes del proceso	Agua residual Agua refrigerante Agua de proceso Agua potable	Análisis de proceso	24

Medida de pH y conductividad

06

El pH es seguramente el parámetro de soluciones acuosas medido con más frecuencia – desde la determinación en agua potable y en aguas de superficie, subterráneas y residuales hasta la determinación precisa del pH del agua para uso farmacéutico. Metrohm ofrece la solución óptima para todas las determinaciones del pH.

Agua potable

«Dos en uno» – para interior y exterior

Los nuevos medidores de Metrohm son «dos en uno»: instrumentos de precisión para mediciones en laboratorio y compañeros robustos para el trabajo en campo y en proceso. El funcionamiento con batería opcional hace que los nuevos medidores sean completamente independientes de la red eléctrica. Incluso se pueden recargar en carretera mediante un adaptador de encendedor de automóvil. Los resultados se pueden guardar con sólo pulsar un botón y se pueden cargar en el PC en la oficina. El 914 pH/Conductometer mide el pH y la conductividad en paralelo; el 913 pH Meter puede medir simultáneamente dos valores de pH.

Valor pH, cloruro, fluoruro y amonio con 780 pH Meter o 781 pH/Ion Meter

El 780 pH Meter es la primera elección si usted debe determinar muy exactamente estos valores: calibración con nueve puntos, control del agitador, test del electrodo para electrodos de vidrio de pH, memoria de métodos y puerto RS232.

El 781 pH/Ion Meter le permite, además de la medida de pH, determinar diferentes iones (por ej., Cl^- , F^- , NH_4^+), ya sea por medida directa o mediante la adición totalmente automática de una solución patrón con un Dosimat.



856 Conductivity Module y 867 pH Module

Gracias a las células de medida de cinco anillos, el nuevo 856 Conductivity Module es ideal para medidas en agua potable según las normas DIN EN 27888 y EPA 120.1. El gran rango de linealidad permite analizar aguas muy diferentes sin necesidad de efectuar una nueva calibración. Combinando el 856 Conductivity Module con el 867 pH Module, es posible incluso la medida simultánea de la conductividad y pH en el mismo recipiente.

Células de medida de la conductividad de cinco anillos

Las nuevas células de cinco anillos para medir la conductividad se caracterizan sobre todo por su amplio rango de linealidad de 0.005 a 100 mS/cm, que permite medir desde agua potable hasta agua de mar sin necesidad de calibrar el aparato entre las medidas.

Agua para uso farmacéutico (agua para inyecciones) Conductividad

Para la medida de la conductividad del agua para uso farmacéutico (water for injection) rigen normas muy estrictas según USP <645>. Estas medidas deben ser extremadamente precisas y, al mismo tiempo, cumplir todas las prescripciones de la norma US FDA 21 CFR Part 11. Esta exigencia se satisface usando el 856 Conductivity Module en combinación con 900 Touch Control, PC Control or *tiamo*[™] (full o multi).

Célula de medida de la conductividad (acero inoxidable) con Pt 1000

Esta célula de medida ha sido desarrollada especialmente para medidas en aguas de muy baja conductividad. El robusto sensor de acero inoxidable se puede limpiar fácilmente y es ideal para valores de conductividad < 300 μ S/cm y, en especial, para la medida de aguas destinadas al uso farmacéutico.

Valor pH

El 867 pH Module tiene todo lo necesario para medir el pH según USP <791>: Cumple los requisitos de FDA 21 CFR Part 11 gracias al 900 Touch Control, PC Control o *tiamo*[™] (full o multi), a sus sensores inteligentes y a la calibración de cinco puntos. En combinación con PC Control o 840 Touch Control se puede efectuar un test del electrodo. La medida de la conductividad y pH en el mismo recipiente es posible combinando el 856 Conductivity Module con el 867 pH Module.



Titration

08

Dureza de carbonatos (dureza temporal, alcalinidad o capacidad de fijar ácidos)

La determinación de la dureza temporal se realiza mediante titulación a punto final con 0.1 mol/L de HCl. El electrodo de vidrio de pH combinado «Aquatrode plus» ha sido desarrollado especialmente para las aplicaciones en soluciones acuosas. El vidrio de la membrana de reacción rápida y el diafragma esmerilado fijo garantizan valores de medida y resultados de titulación precisos y prácticamente exentos de ruido en diferentes aguas, desde agua ultrapura hasta aguas de alta salinidad.

Capacidad ácida y básica de acuerdo a la norma DIN 38409-7

La capacidad ácida y básica son parámetros que describen la capacidad de amortiguación del agua con respecto a los ácidos y las bases. Estos son importantes índices-globales de calidad en el análisis de agua, que caracterizan la estabilidad del pH de la muestra.

Ambos parámetros son determinados mediante valoración a valores de pH 4,3 y 8,2. El primero cubre toda la zona básica mediante valoración con ácido clorhídrico; el último toda la zona ácida por valoración con sosa cáustica. A diferencia de los electrodos de pH estándar, el Aquatrode plus tiene una membrana de vidrio especial que garantiza mediciones correctas y rápidas, y altamente precisas de pH y valoraciones de pH en soluciones que tienen una baja fuerza iónica o débilmente tamponadas.

Calcio y magnesio según DIN 38406-3 y EPA 130.2

En la determinación de la dureza del agua se diferencia entre la dureza temporal (dureza de carbonatos) y la dureza permanente (dureza de sulfato). Otro parámetro importante es la dureza total cual representa la suma de los metales alcalinotérreos que se aproxima con la suma de las concentraciones de calcio y magnesio. La dureza temporal se determina mediante titulación a punto final con ácido clorhídrico, y la dureza total, mediante una titulación complejométrica con Na_2EDTA y un electrodo selectivo de Ca^{2+} .

El software de titulación **tiamo** permite integrar en el proceso otros instrumentos, como los utilizados para la medida de turbidez según DIN EN ISO 7027, o para la determinación del color según DIN EN ISO 7887.



907 Titrande with 900 Touch Control

Cloruro

La determinación de cloruros se realiza por medio de titulación potenciométrica con el reactivo AgNO_3 , después de acidificar la muestra con ácido nítrico y utilizando un electrodo combinado de anillo de Ag, el Ag-Titrode. El Ag-Titrode no necesita mantenimiento, y utiliza como electrodo de referencia una membrana de vidrio de pH, lo que significa que no necesita rellenarse con electrolito.

Fluoruro (ASTM D 3868) y sulfuro (ASTM D 4658)

Los iones de sulfuro y fluoruro se determinan con electrodos ion-selectivos.

Para la determinación de fluoruro, se agrega a la muestra una sustancia tampón que regula el valor pH, además de complejar los iones de aluminio e hierro(III) que puedan interferir.

Para la medición de sulfuro, se agrega un tampón que regula el valor pH y que también impide la oxidación de sulfuro por acción del oxígeno del aire.



Titulación – índices globales de calidad

Los índices globales de calidad designan generalmente similares características químicas, físicas, físico-químicas o biológicas de diferentes sustancias. Ofrecen la ventaja de que se pueden determinar rápidamente y tienen un alto valor informativo, gracias a lo cual permiten evaluar con prontitud una muestra. La conductividad eléctrica, por ejemplo, facilita una valiosa información sobre el contenido de sales de una muestra de agua. Otro índice global de calidad de gran utilidad es la oxidabilidad química de las sustancias contenidas en el agua, que indica el tipo y la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra.

Según el poder oxidante del agente de oxidación utilizado, se diferencia entre el índice de permanganato y la demanda química de oxígeno (DQO). El primero es un parámetro más informativo en el caso de muestras no contaminadas o prácticamente no contaminadas, mientras que la demanda química de oxígeno es más apropiada para muestras con una fuerte carga contaminante.

Índice de permanganato según DIN EN ISO 8467

El índice de permanganato determina la parte fácilmente oxidable de las sustancias orgánicas contenidas en el agua y es, además, el parámetro utilizado para evaluar la carga orgánico-química de aguas no contaminadas o con un bajo grado de contaminación. Para su determinación, la muestra de agua se calienta durante diez minutos con ácido sulfúrico y un exceso de la solución de permanganato de concentración conocida en un baño de agua hirviendo. A continuación, el consumo de permanganato se determina por adición de un exceso de oxalato de sodio y titulación por retroceso del oxalato consumido con la solución de permanganato. El índice de permanganato se expresa como la cantidad de oxígeno en mg/L que sería necesaria para la oxidación.

09



Sistema MATi 13 (Metrohm Automated Titration) para la determinación totalmente automática del índice de permanganato



Sistema MATi 12 para la determinación automática de la demanda química de oxígeno

Demanda química de oxígeno según DIN 38409-44 y ASTM D1252

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por cromato, contenidas en un determinado volumen de agua. El cromato es un agente oxidante mucho más fuerte que el permanganato, razón por la cual también oxida totalmente prácticamente todos los compuestos orgánicos a CO_2 . En las plantas de tratamiento de agua, el valor DQO es un dato importante para determinar la capacidad de depuración de los equipos.

Para la determinación volumétrica de la demanda química de oxígeno se calienta la muestra de agua con dicromato de potasio durante un tiempo definido. Después,

se titula por retroceso el dicromato de potasio restante con sulfato ferroso amónico (sal de Mohr).

La oxidación de las sustancias contenidas en el agua tiene lugar en un calentador especial para DQO con dispositivo de condensación a reflujo o bien en un recipiente de reacción cerrado y con una fuente de calor externa. La titulación se realiza directamente en los recipientes de reacción, sin que sea necesario trasvasar el contenido a otros recipientes. De esta forma se evitan pérdidas de la muestra y se ahorra un valioso tiempo, sobre todo cuando se debe analizar un elevado número de muestras.

Sistema de análisis de agua totalmente automático

El análisis completo del agua incluye la determinación de varios índices globales de calidad (como conductividad, valor del pH, alcalinidad, dureza) y diversas sustancias individuales (por ejemplo, iones). A menudo, estos parámetros se determinan secuencialmente en varios instrumentos, incluso cuando hay que analizar un gran número de muestras. Se pierde así mucho tiempo pues hay que preparar las muestras reiteradas veces y, además, se ocupa demasiado espacio en el laboratorio. ¿Por qué no ahorrar tiempo y aprovechar sinergias combinando los dispositivos de Metrohm en un único sistema que realiza todos los análisis mencionados, así como la preparación de muestras en un sólo paso?

MATi 01 es la abreviación de **M**etrohm **A**utomated **T**itration – sistema de titulación automático de Metrohm – y la respuesta justa a esta pregunta. Este sistema combina a la medida de las necesidades el 815 Robotic USB Sample Processor XL, el 905 Titrando y el 856 Conductivity Module. Además de la determinación de los parámetros mencionados anteriormente, el sistema realiza automáticamente los pasos necesarios para la preparación de las muestras. Esto comprende la medida de la muestra y todas las operaciones posteriores de dosificación de líquidos

como la adición precisa del reactivo de titulación y de agentes reactivos auxiliares. La gradilla de muestras puede alojar hasta 59 muestras.

El sistema de análisis totalmente automático no solamente permite ahorrar tiempo, sino también aumentar el número de muestras analizadas, mejorando la precisión y reproducibilidad de los resultados.

Todos los instrumentos son controlados y supervisados por el muy eficiente software de titulación **tiamo**. Los resultados se registran y administran en una base de datos central ordenada y de clara disposición.

11



LL-Aquatrode plus con Pt 1000, plug-in head U



Análisis de agua totalmente automático con el MATi 01

Cromatografía iónica

La cromatografía iónica (CI) moderna permite una separación y una determinación eficiente de aniones y cationes, ya sean iones inorgánicos o iones orgánicos de bajo peso molecular. Los diferentes mecanismos de separación y los tipos de detección, así como las posibilidades de automatización a la preparación de muestra, hacen del CI un método de rutina en el análisis del agua y del medio ambiente.

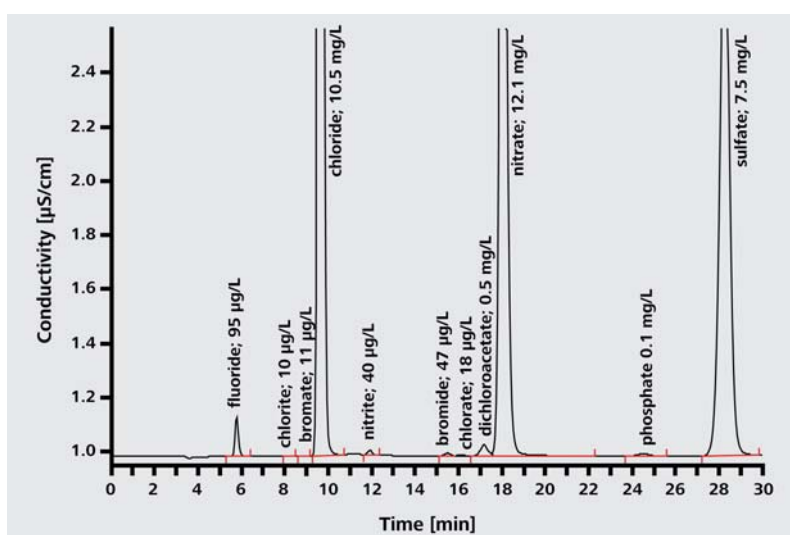
Agua potable y agua mineral

Oxihaluros y aniones estándar según el método EPA 300.1

Clorato, clorito y bromato son subproductos que se forman

durante la desinfección del agua potable y del agua mineral por oxidación de haluros. Debido a sus supuestas propiedades cancerígenas su concentración se debe controlar.

Antes de la inyección, las muestras pasan por la célula de ultrafiltración instalada directamente en el 858 Professional IC Sample Processor. La preparación y el análisis de las muestras se efectúan de forma totalmente automática. El software de cromatografía inteligente MagIC Net se encarga del registro y de la gestión de datos y también de la supervisión del sistema. Los análisis son muy sencillos gracias a símbolos fácilmente comprensibles, al menú de clara disposición y al manejo intuitivo.



Muestra de agua potable con añadidura de 10 µg/L de ClO_2^- , BrO_3^- , ClO_3^- , 40 µg/L de NO_2^- , Br^- , 100 µg/L PO_4^{3-} , 500 µg/L dicloroacetato; columna: Metrosep A Supp 7 - 250/4.0; eluyente: 3.6 mmol/L de Na_2CO_3 ; 0.8 mL/min; temperatura de la columna: 45 °C; volumen de muestra: 20 µL; detección de conductividad después de supresión secuencial





Bromato en agua potable

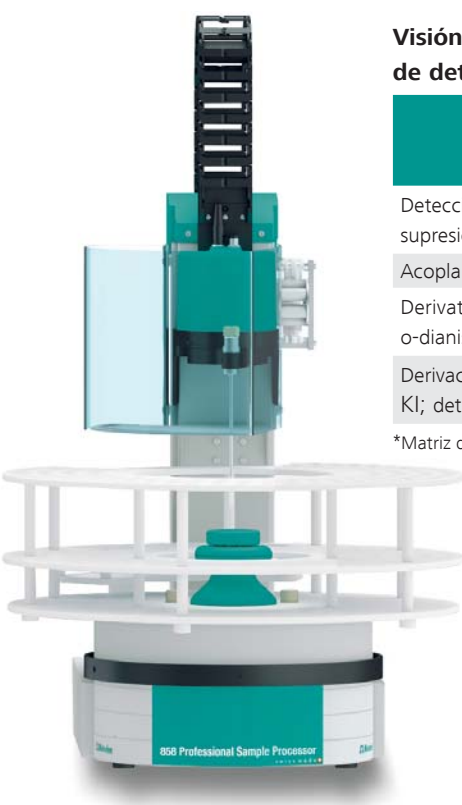
Debido a las propiedades potencialmente cancerígenas del bromato que puede formarse durante la ozonización de agua potable, esta determinación es muy importante. Según el límite de detección exigido, se cuenta con diferentes métodos de medida: la conductividad con supre-

sión secuencial permite determinar el bromato en la gama inferior de $\mu\text{g/L}$. Para la detección de bromato en el orden de ng/L se recurre al acoplamiento CI/MS o se usa una derivatización post-columna con yoduro de potasio, seguida de detección UV.

Visión de conjunto de los métodos para la determinación de bromato con límites de detección (según DIN 32645)

	Método EPA	Volumen de inyección [μL]	Límites de detección [$\mu\text{g/L}$]	
			Agua ultrapura	Agua potable*
Detección de conductividad con supresión secuencial	300.1	100	0.130	0.390
Acoplamiento CI/MS; detección MS	–	100	0.006	0.007
Derivatización post-columna con o-dianisidina; detección VIS	317.0	100	0.210	0.640
Derivación post-columna con KI; KI; detección UV	326.0	1000	0.032	0.066

*Matriz de agua potable: 100 mg/L de cloruro, sulfato y carbonato, respectivamente



Agua ultrapura

Aniones y cationes

El agua ultrapura se utiliza, por ejemplo, en la fabricación de productos farmacéuticos y de semiconductores y también como medio principal en centrales térmicas de energía. En estas centrales se emplea para la refrigeración, para impulsar las turbinas y para moderar la fisión nuclear. La determinación de las sustancias contenidas en el agua

tiene, por ello, una importancia determinante. Los aniones y cationes son importantes indicadores de corrosión y se pueden determinar de forma segura hasta la gama de trazas (ng/L) después de la preconcentración «inline», una de las aplicaciones de MISP (Metrohm Inline Sample Preparation).

Límites de detección de cationes del 940 Professional IC Vario para inyección directa después de la preconcentración

	Litio	Sodio	Límite de detección			
			Amonio	Potasio	Magnesio	Calcio
	[ng/L]					
Inyección directa; 100 µL*	200	250	370	2700	2500	3800
Preconcentración de la muestra; 10 mL*	2	3	2	6	5	4

* Columna: Metrosep C 3 - 250/4.0; eluyente: 2.5 mmol/L HNO₃, 1 mL/min; temperatura de la columna: 40 °C

Límites de detección de aniones del 940 Professional IC Vario para inyección directa después de la preconcentración

	Fluoruro	Cloruro	Límite de detección				Fosfato	Sulfato
			Nitrito	Bromuro	Nitrato			
	[ng/L]							
Direktinjektion; 20 µL ¹	370	330	410	900	990	890	830	
Probenanreicherung aus 10 mL ²	0.7	1.2	0.8	2.3	2.5	2.6	2.3	

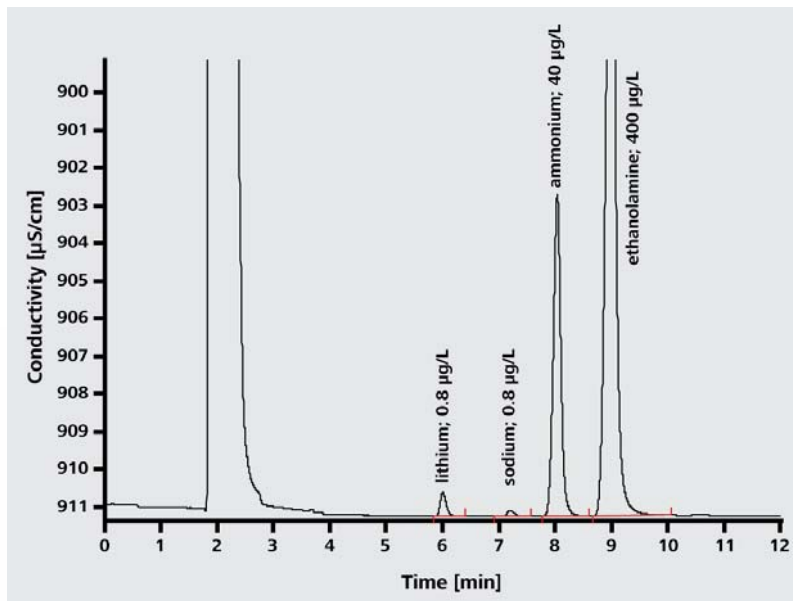
¹ Columna: Metrosep A Supp 5 - 100/4.0; eluyente: 3.2 mmol/L Na₂CO₃, 1.0 mmol/L NaHCO₃, 0.7 mL/min; temperatura de la columna: 25 °C, detección de conductividad después de supresión secuencial

² Columna: Metrosep A Supp 7 - 250/4.0; eluyente: 3.6 mmol/L Na₂CO₃, 0.8 mL/min; temperatura de la columna: 45 °C, detección de conductividad después de supresión secuencial

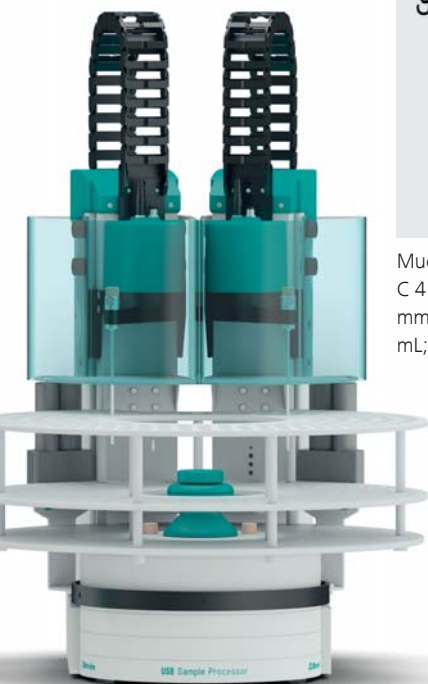
Como ejemplo se presenta la determinación de cationes en el circuito secundario de centrales nucleares. Para evitar la corrosión en el circuito de refrigeración, se aumenta el pH mediante la adición de bases Lewis como, por ejemplo, etanolamina y morfolina. La determinación por cromatografía iónica de cationes permite determinar simultáneamente las aminas de forma precisa. Por esta razón, la CI también se puede usar para controlar la adición de aminas.

940 Professional IC Vario con 800 Dosino (2x) y 815 Robotic USB Sample Processor XL





Muestra tomada del circuito secundario de una central nuclear; columna: Metrosep C 4 - 250/4.0; preconcentración de la muestra con Metrosep C PCC 1 HC/4.0; eluyente: 2.5 mmol/L de HNO_3 , 1.0 mL/min; temperatura de la columna: 45 °C; volumen de muestra: 2.5 mL; detección de conductividad sin supresión



Voltamperometría

16

El análisis de trazas y ultratrazas de agua potable, aguas de superficie, agua de mar y aguas residuales mediante voltamperometría permite determinar los iones inorgánicos electroquímicamente activos. Se emplea a menudo para completar y validar métodos espectroscópicos y se caracteriza por un equipo compacto, por costes de inversión y de operación relativamente bajos, por la preparación sencilla de las muestras así como por tiempos de análisis cortos y una alta precisión y sensibilidad. Además, la voltamperometría – a diferencia de los métodos que emplean la espectroscopía – distingue entre los distintos niveles de oxidación de los iones de metal (especiación) y entre iones de metal libres y ligados. Gracias a ello se obtienen resultados muy importantes sobre la biodisponibilidad y la toxicidad de los metales pesados.

La voltamperometría es el método ideal para laboratorios en los que, con un número medio de muestras, sólo se

deben monitorizar unos pocos parámetros. Campos de aplicación importantes son el control medio ambiental, la limnología, la hidrografía, la oceanografía, la biología marina y la ciencia del suelo.

884 Professional VA

El 884 Professional VA es un aparato de medida flexible para un análisis voltamperométrico exacto y preciso. El software viva correspondiente permite la optimización individual de los métodos.

909 UV Digester

Gracias al 909 UV Digester, se puede digerir el material orgánico molesto de las muestras de aguas residuales y superficiales de forma rápida, segura y libre de contaminación. La digestión UV es la preparación de muestras ideal para la determinación voltamperométrica de metales pesados.

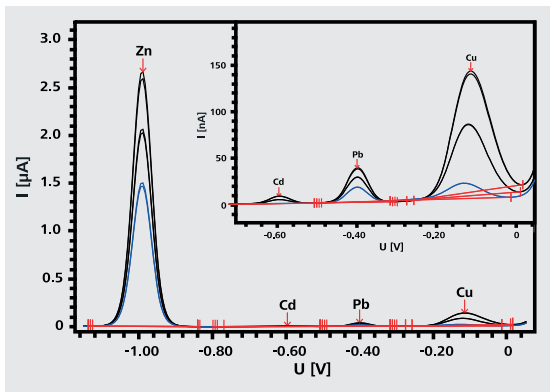


Agua potable y agua subterránea

Muchos metales de transición tóxicos y algunos aniones se pueden determinar por voltamperometría en el agua potable y en el agua subterránea, con alta sensibilidad y sin necesidad de una preparación previa de las muestras. Algunos ejemplos de aplicación interesantes son:

Zinc, cadmio, plomo, cobre, talio, níquel y cobalto

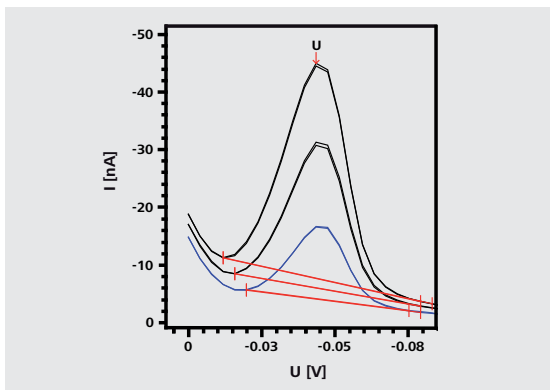
Estos iones de metal deben determinarse regularmente en muestras de agua. La norma DIN 38406 Parte 16 describe su determinación en diferentes aguas.



Determinación voltamperométrica de zinc, cadmio, plomo y cobre según DIN 38406-16

Uranio

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que para adultos se establezca un valor límite de 30 µg/L del tan tóxico y radioactivo elemento uranio en el agua potable. En Alemania, la Directiva sobre agua potable sólo se establece un límite de 10 µg/L. A diferencia de los métodos de análisis espectroscópicos, que son exigentes y caros, con el 884 Professional VA se puede determinar de forma sencilla y económica el uranio disuelto en agua hasta en la gama de ng/L.



Voltamperograma de una determinación de uranio(VI) en una muestra de agua potable

Arsénico y mercurio con el scTRACE Gold

Dada la toxicidad del arsénico y del mercurio, la Organización Mundial de la Salud recomienda una concentración máxima de 10 y 6 µg/L respectivamente en agua potable. Una alternativa sencilla y asequible a la determinación espectroscópica de ambos metales es la voltamperometría de redisolución anódica con el scTRACE Gold.

El scTRACE Gold reúne los tres electrodos necesarios para la medida. Mediante la selección de los parámetros de medida, es posible que haya una diferenciación entre As(III) y As(V).

Por lo tanto, se puede analizar mercurio inorgánico con el scTRACE Gold. En este caso, el límite de detección es de 0,1 µg/L.

Elemento		Límite de detección [ng/L]
Antimonio	Sb ^{III} /Sb ^V	200
Arsénico	As ^{III} /As ^V	100
Bismuto	Bi	500
Plomo	Pb	50
Cadmio	Cd	50
Cromo	Cr ^{III} /Cr ^{VI}	25
Cobalto	Co	50
Hierro	Fe ^{II} /Fe ^{III}	50
Cobre	Cu	50
Molibdeno	Mo	50
Níquel	Ni	50
Platino	Pt	0.1
Mercurio	Hg	100
Rodio	Rh	0.1
Selenio	Se ^{IV} /Se ^{VI}	300
Talio	Tl	50
Uranio	U	25
Wolframio	W	200
Cinc	Zn	50

Agua de mar

Durante el análisis de espectrometría atómica, la matriz de sal marina perturba la determinación de la concentración de metales pesados. En la voltamperometría, por el contrario, la determinación es posible sin preparación de las muestras. Solamente la presencia de compuestos orgánicos puede afectar negativamente a la detección voltamperométrica. El 705 UV Digester ofrece la posibilidad de eliminar la matriz orgánica por fotólisis UV en 60 minutos. El 797 VA Computrace es compacto y robusto, y estas ventajas permiten su uso en buques de investigación. Además de la determinación de la concentración total de metales, la voltamperometría puede distinguir entre distintos niveles de oxidación y entre iones de metal libres y ligados.

Aplicaciones importantes en el análisis de agua de mar incluyen la determinación de toda una serie de metales de transición tóxicos, tal como muestran los siguientes ejemplos:

Determinación de diferentes especies de cromo

Las especies de cromo tienen grados de ecotoxicidad muy diferentes: El Cr(III) es un oligoelemento importante para los organismos marinos mientras que los compuestos de cromo(VI) tienen un elevado efecto oxidante y son altamente tóxicos.

Cadmio, plomo, cobre e hierro

Otros elementos analizados son cadmio, plomo y cobre, los cuales se determinan generalmente en un electrodo de película de mercurio. El hierro puede estar presente en los niveles de oxidación II y III y se determina en el HMDE (hanging mercury drop electrode = electrodo de gota de mercurio).

Agua residual

La determinación de muchos metales pesados con ayuda de la voltamperometría también es posible en aguas residuales de la industria y de redes de alcantarillado. Debido a la alta contaminación orgánica, la muestra normalmente se mineraliza con digestión UV.



Agua refrigerante y de alimentación de calderas

Todas las centrales térmicas utilizan el agua como el medio principal para la refrigeración y la generación de vapor. Pero solo una excelente calidad del agua refrigerante y de alimentación de las calderas permite un funcionamiento eficiente y sin fallos de las instalaciones. La voltamperometría permite controlar de modo rápido y sencillo parámetros importantes como el contenido de cobre, hierro, zinc, cobalto y manganeso.

Análisis de múltiples parámetros – titulación, cromatografía iónica y voltamperometría

20

Análisis totalmente automático de agua potable

TitriC y VoltiC reúnen las ventajas de la medida directa de pH y conductividad, de la titulación, de la cromatografía iónica y de la voltamperometría. Los dos sistemas analizan el agua potable de forma totalmente automática. Todos los componentes iónicos de las muestras de agua se determinan de modo seguro, rápido y reproducible. Los resultados se guardan en una base de datos integrada y se pueden imprimir en un informe combinado.

El control inteligente y la tecnología avanzada garantizan análisis con resultados precisos y seguros a cualquier hora del día. El sistema permite determinar automáticamente hasta cien muestras y reduce la duración de los análisis, aumentando al mismo tiempo la precisión de las medidas.

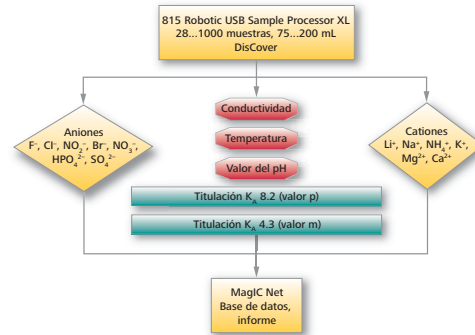
Ahorro de espacio

Se ha dedicado una atención especial al diseño compacto. Las sinergias entre la titulación, la medida directa y la cromatografía iónica (TitriC) y entre la cromatografía iónica y la voltamperometría (VoltiC) también contribuyen al ahorro de espacio. Para todos los métodos se usan los mismos elementos de «Liquid Handling» y el mismo cambiador de muestras. Esto ahorra espacio y dinero, y garantiza una rápida amortización de la inversión.



TitriC es flexible

TitriC se puede adaptar a los fines específicos de cada análisis. La aplicación determina qué parámetros son de interés, y los diferentes métodos y procesos se combinan libremente entre sí.



Esquema TitriC Vario pro III

TitriC determina los siguientes parámetros:

Medidas directas con TitriC

- Valor pH
- Temperatura
- Conductividad

Titulaciones con TitriC

- Valor p (titulación a pH = 8.2)
- Valor m (titulación a pH = 4.3)
- Calcio
- Magnesio

Cl aniónica con TitriC

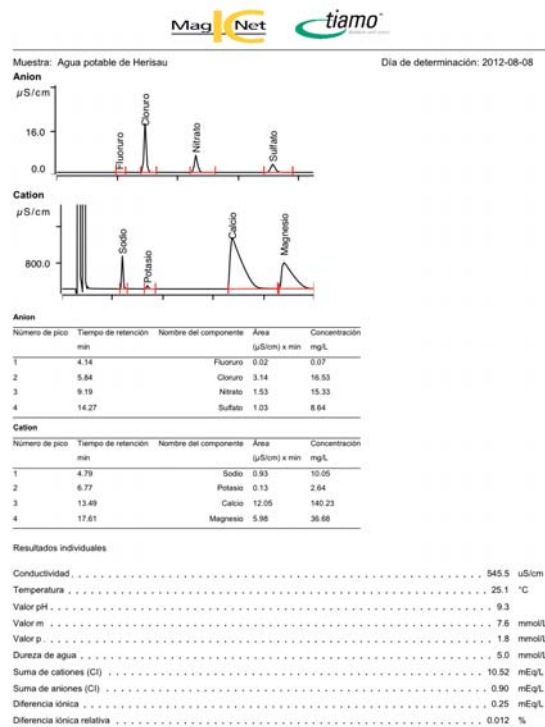
- Fluoruro
- Cloruro
- Bromuro
- Nitrito
- Nitrato
- Fosfato
- Sulfato
- ...

Cl catiónica con TitriC

- Litio
- Sodio
- Amonio
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- ...

Cálculos con TitriC

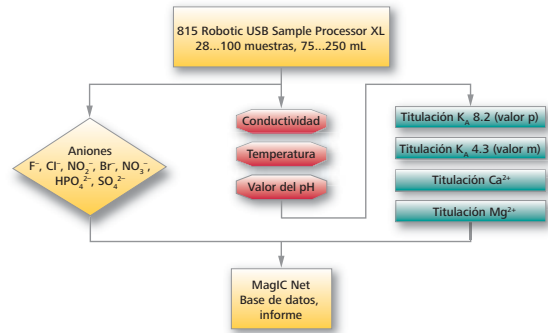
- Concentración molar de todos los cationes
- Concentración molar de todos los aniones
- Balance iónico
- Dureza total del agua
- ...



Informe de un sistema TitriC Vario pro

El TitrIC Vario pro I: el sistema básico

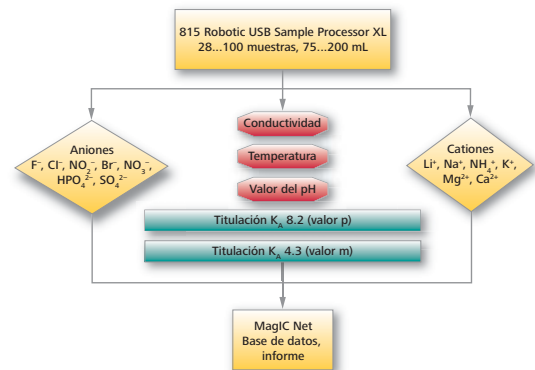
Sistema totalmente automático para la medición directa de temperatura, conductividad y valor del pH, para la titulación de los valores p y m, calcio y magnesio, así como para la determinación por cromatografía iónica de aniones.



TitrIC Vario pro I: El sistema se compone de 856 Conductivity Module, cuatro 800 Dosinos, 802 Stirrer (agitador de varilla), 809 Titrand, 815 Robotic USB Sample Processor XL y 930 Compact IC Flex con supresión secuencial.

TitrIC Vario pro II: para el análisis completo de aniones y cationes.

Sistema completamente automático para la medida directa de la temperatura, la conductividad y el valor de pH, la determinación por titulación del valor p y m, y la determinación por cromatografía iónica de cationes, incluido el calcio y magnesio, así como aniones.

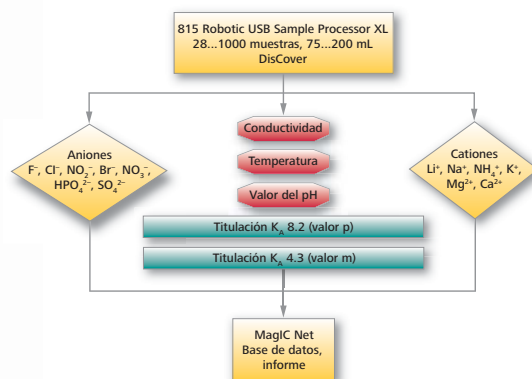


TitrIC Vario pro II: El sistema está compuesto por el 856 Conductivity Module, dos 800 Dosinos, 802 Stirrer (agitador de hélice), 905 Titrand, 815 Robotic USB Sample Processor XL y dos 930 Compact IC Flex.

TitriC Vario pro III – la solución profesional con depósitos cerrados de muestras.

Sistema completamente automático para la medida directa de la temperatura, la conductividad y el valor de pH, la determinación por titulación del valor p y m, y la determinación por cromatografía iónica de cationes,

incluido el calcio y magnesio, así como aniones. El cambiador de muestras está dotado de la función DisCover para la retirada automática de la tapa del recipiente de muestras.



TitriC Vario pro III: El sistema está compuesto por 856 Conductivity Module, dos 800 Dosino, 802 Stirrer (agitador de hélice), 905 Titrando, 815 Robotic USB Sample Processor XL, así como por un 940 Professional IC Vario para aniones y cationes.

VoltIC Professional 1: el sistema combinado de CI y voltamperometría para la determinación paralela de aniones, cationes y metales pesados

VoltIC Professional 1 es la combinación perfecta de CI y voltamperometría para la determinación simultánea de aniones, cationes y metales pesados. MagIC Net contrala

los aparatos CI e inicia la determinación voltamperométrica. Además resume todos los resultados de CI y voltamperometría en un solo reporte.



VoltIC Professional 1: 940 Professional IC Vario para análisis de aniones y cationes en combinación con el 858 Professional Sample Processor y el 884 Professional VA incluyendo tres 800 Dosinos y 843 Pump Station.

Análisis de procesos atline

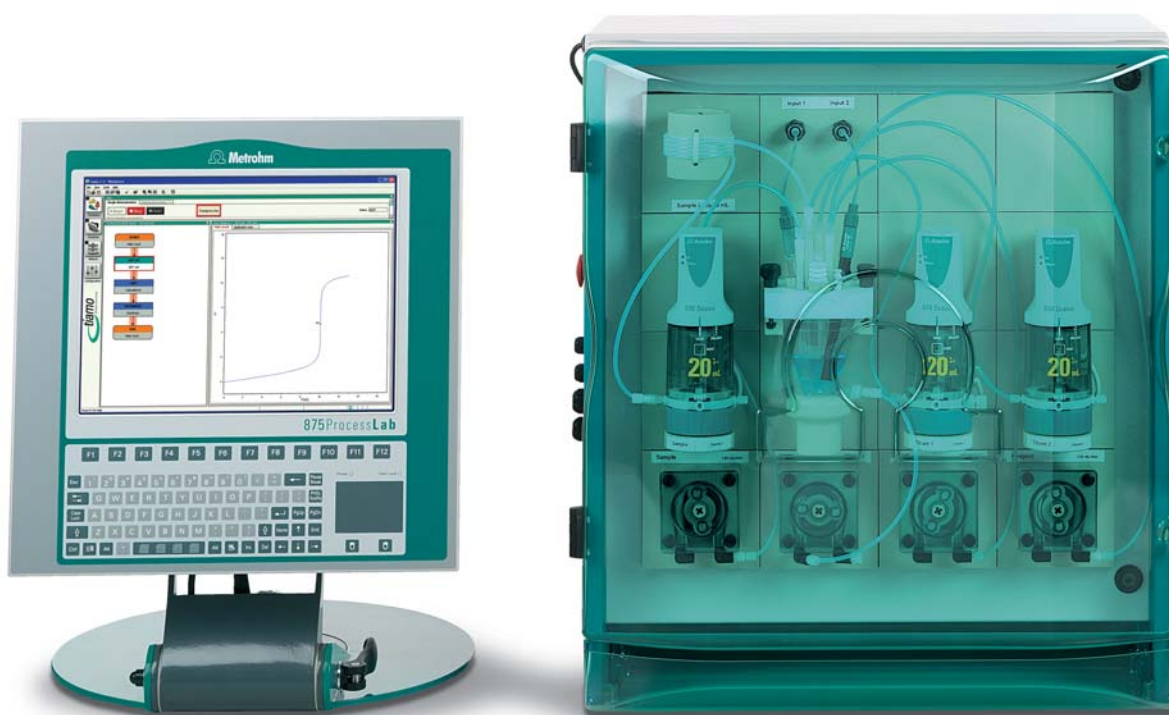
24

A menudo es necesario analizar las muestras de agua en el tiempo más breve posible para detectar rápidamente cambios en las condiciones de proceso. Sin embargo siempre se cuenta a toda hora del día con personal de laboratorio cualificado, y los largos trayectos de transporte hasta el laboratorio impiden a menudo el análisis rápido de las muestras.

En estos casos la posibilidad de analizar la muestra de agua directamente en el lugar del proceso constituye una gran ventaja. Esto es posible con el Metrohm ProcessLab, un robusto sistema de análisis de manejo sencillo que se instala directamente en el lugar de proceso. La muestra se introduce en el ProcessLab y el análisis se inicia pulsando un solo botón. ProcessLab se basa en los componentes de Metrohm que han demostrado su eficacia para la titulación y la voltamperometría. ProcessLab responde a un concepto absolutamente modular y, por ello, se puede

configurar a la medida de las exigencias analíticas e integrar de forma ideal en la comunicación de proceso por medio de entradas y salidas de datos y señales (generalmente de 4...20 mA). Apenas unos minutos después de la toma de la muestra ya se cuenta con informaciones de proceso relevantes en un LIMS o un puesto de control. Todas estas ventajas hacen de ProcessLab un sistema ideal para el control de procesos rápido e independiente en un entorno industrial.

Un sistema de análisis ProcessLab se compone de una unidad de control TFT y de un módulo de análisis adaptado a la aplicación específica. Para un manejo aun más sencillo y confortable, se ofrece la unidad de control equipada con pantalla táctil. Todos los componentes están dentro de una robusta carcasa para uso en entornos de producción agresivos y protegida de salpicaduras y otros ataques.



Sistema de análisis ProcessLab con pantalla táctil y módulo de análisis

Tratamiento de agua potable

Valor pH, alcalinidad y contenido de cloro activo

Estos parámetros son magnitudes importantes en el tratamiento del agua potable. Procesos como la desacidificación, la desferrización, la floculación o la desinfección dependen del pH. La alcalinidad está determinada por los componentes alcalinos en el agua como carbonatos e hidocarbonatos. Ella define la capacidad para fijar ácidos o la capacidad de tampón. El cloro, por el contrario, se usa para la desinfección del agua. Con una baja concentración de cloro, la acción desinfectante es insuficiente y, si la concentración es demasiado elevada, se forman subproductos de desinfección que afectan a la calidad del agua.



Estos tres parámetros de análisis se pueden determinar con ProcessLab y guardar en una base de datos. Es posible efectuar las medidas rápidamente en el lugar, ya sea de forma centralizada en la planta de tratamiento del agua o, descentralizada, en depósitos de reserva o tanques elevados. Gracias a la sencilla integración del sistema en el proceso, los datos del análisis y los mensajes de valores límite excedidos se ponen a la disposición en una intranet, en un puesto central de control o también en Internet.

Agua de refrigeración y de alimentación de calderas

Valor pH, conductividad, cloruro y dureza total

El agua de refrigeración y de alimentación de calderas se usa en centrales térmicas, plantas de incineración, numerosos procesos industriales, incluyendo procedimientos de la industria química. Con el pH, la conductividad, la concentración de cloruro y la dureza total (Ca y Mg) se conocen los parámetros clave. Sobre todo el agua de refrigeración y de alimentación con un pH por debajo de 7.0 o con altas concentraciones de cloruro causa corrosión en calderas y tubos de acero. Una elevada dureza total favorece la formación de depósitos e incrustaciones calcáreas. Ningún valor debe superar los límites prefijados y todos los parámetros se determinan de forma segura con ProcessLab.

Agua residual

Preparación de muestras – filtración de muestras de aguas residuales

A menudo es necesaria la preparación de las muestras de agua antes del análisis para determinar los componentes. En la mayoría de los casos, los pasos de preparación son la filtración o la adición de reactivos. ProcessLab puede realizar automáticamente muchas de estas tareas reiterativas y reducir considerablemente la duración de los análisis de rutina, tanto en el entorno de producción como en el laboratorio.



Análisis de proceso online

26

Control de proceso online a la medida de las necesidades

El control de la calidad del agua es muy importante. Utilizamos el agua en nuestros alimentos y para la limpieza. En la industria, el agua es el disolvente más empleado y sirve también como medio refrigerante o de alimentación de calderas. Estrictas normas reglamentan el contenido de sustancias nocivas en el agua usada en centrales energéticas y en la industria química. Para el agua de cualquier procedencia o con cualquier tipo de contaminación, Applikon Analytical suministra el instrumento de análisis adecuado para controlar la calidad del agua y determinar su contenido.

Los equipos de análisis online funcionan las 24 horas del día y los 7 días de la semana sin necesidad de ninguna intervención de los operarios. Tanto para determinar un solo parámetro en una corriente de muestra como para detectar varios parámetros al mismo tiempo en complejos flujos de varias muestras, Applikon Analytical tiene el instrumento de análisis ideal. Los analizadores Alert han sido desarrollados especialmente para el análisis del agua. Su manejo es sencillo y prácticamente no necesitan mantenimiento.

Métodos probados de química húmeda

Todos los analizadores se basan en procesos de análisis químicos como la titulación, la colorimetría o las medidas con electrodos ion-selectivos. La mayoría de los métodos corrientes en el laboratorio de análisis del agua se pueden realizar fácilmente con ayuda de los analizadores. En el análisis online, la toma y la preparación de las muestras son casi tan importantes como el analizador mismo. Applikon Analytical cuenta con una amplia experiencia profesional en este campo y ofrece sistemas de procesamiento de muestras adaptados a cada aplicación como, por ejemplo, los que se emplean para tomar muestras de recipientes bajo presión o para filtrar y desgasificar las muestras.

Integración directa en la red

¿Sin embargo, de qué sirve el mejor análisis del agua si no se cuenta con interfaces eficientes para transferir los datos? Todos los aparatos de análisis están equipados con salidas de datos analógicas y digitales. Los resultados se pueden enviar a través de señales analógicas de 4...20 mA y las alarmas se activan a través de salidas digitales. Inversamente, las entradas digitales se usan para las órdenes de puesta en marcha y parada a distancia.

Analizadores Alert

La familia de analizadores Alert se basa en métodos colorimétricos o métodos con electrodos ion-selectivos (EIS). Los métodos EIS se emplean generalmente para medidas en las gamas de ppm y por ciento, mientras que los procedimientos colorimétricos se aplican para las gamas de medida en $\mu\text{g/L}$ y mg/L . Algunas aplicaciones típicas para los analizadores Alert son:

Iones de sodio y silicato en centrales energéticas

Los iones de sodio y de silicato desempeñan un papel importante en los procesos de corrosión en los sistemas del agua de refrigeración. En las centrales energéticas se deben controlar permanentemente sus concentraciones. En combinación con el electrodo ion-selectivo de Na de Metrohm, los analizadores Alert pueden determinar concentraciones de sodio de hasta $1 \mu\text{g/L}$. Límites de detección más bajos se obtienen con el analizador ADI 2018 que es aún más preciso. Utilizando el colorímetro ICON, es posible determinar el silicato en el agua de refrigeración o en agua pura hasta concentraciones de $1 \mu\text{g/L}$.



ICON Analyzer para el análisis de silicato en agua ultrapura



El ADI 2035 Process Analyzer viene en 3 configuraciones para determinaciones potentiométricas, fotométricas y termométricas

Amonio en agua potable, agua de refrigeración o agua residual

Según un informe de la OMS sobre el agua potable, elevadas concentraciones de amonio en el agua del grifo afectan al funcionamiento de los filtros de manganeso. La oxidación bacteriana del amonio, conocida también como nitrificación, consume mucho oxígeno y hace que el agua adquiera un sabor a tierra o a agua estancada. El agua potable que contiene amonio se enriquece rápidamente con nitrato a través de las bacterias que están en los filtros o por oxidación catalítica del amonio.

Independientemente de la gama de concentración y del límite de detección, el amonio, al igual que el nitrito y el manganeso, se puede determinar de forma segura con los analizadores Alert por colorimetría o con electrodos ion-selectivos.

Aplicaciones más complejas

Para determinaciones más complejas (de varios parámetros) en matrices difíciles, por ejemplo en aguas de superficie con una elevada contaminación orgánica, Applikon ha desarrollado los aparatos ADI 201Y y ADI 2040 Process Analyzers, cuyas aplicaciones típicas son:

Dureza del agua potable o de aguas de superficie y aguas residuales industriales

Las concentraciones de calcio y magnesio se determinan mediante titulación complexométrica con EDTA utilizando un electrodo ion-selectivo de Cu. Según la concentración y el límite de detección, se puede usar un Titrolyzer ADI 2016 o un ADI 2040 Process Analyzer.

Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad total de materia orgánica contenida en el agua, susceptible de ser oxidada por medios químicos. Como parámetro sumario es una medida de la contaminación del agua con sustancias orgánicas nocivas.

Se determina por colorimetría, agregando dicromato a la muestra y calentándola después. El valor DQO se expresa en mg/L. Según las concentraciones, se usa un ADI 2019 o un ADI 2040 Prozess Analyzer.

Carbono orgánico total (TOC)

El carbono orgánico total (Total Organic Carbon, TOC) es un índice global de calidad de gran valor informativo que indica la totalidad del carbono orgánico en las muestras analizadas. El resultado señala el grado de contaminación orgánica. Al ser un parámetro en línea, se puede automatizar fácilmente y ofrece una precisión y exactitud elevadas. Otra ventaja es que la determinación se realiza sin sustancias químicas dañinas.

El ADI 7010 TOC Analyzer es el aparato ideal para la monitorización continua del valor de TOC en todos los tipos de agua. La oxidación del carbono orgánico se realiza a través de persulfatos en presencia de luz ultravioleta y respeta el reglamento de organizaciones como EPA, ASTM, NAMUR e ISO.



Un servicio en el que usted puede confiar: Metrohm Quality Service

Resultados fiables durante toda la vida útil de sus instrumentos analíticos

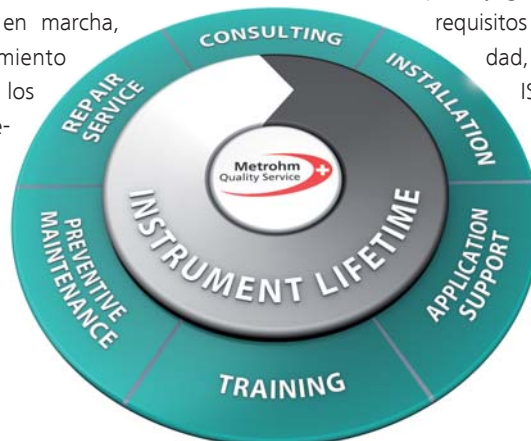
El nombre Metrohm se asocia en todo el mundo con aparatos de laboratorio de alta calidad. Son instrumentos diseñados para proveer resultados muy precisos. Las más importantes empresas internacionales dedicadas al análisis del agua aprecian la gran variedad de servicios que presta Metrohm y que aseguran que los responsables de los laboratorios puedan confiar absolutamente en el resultado de sus análisis durante toda la vida útil de sus instrumentos de análisis Metrohm.

Con la oferta de prestaciones del servicio de calidad de Metrohm estará siempre bien atendido. Desde la instalación hasta la puesta en marcha, pasando por el mantenimiento periódico y, en el peor de los casos, una reparación inmediata, le garantizamos resultados de medición precisos y correctos.

Metrohm Compliance Service

Confíe en el Metrohm Compliance Service cuando se trate de cualificación profesional de primera calidad para sus aparatos de análisis. Con Installation Qualification/ Operational Qualification (IQ/OQ, cualificación de instalación/cualificación de operación) o un Certified Installation (CI) ahorrará tiempo y dinero mientras configuramos el sistema de acuerdo con sus requisitos y le ofrecemos una puesta en marcha rápida y profesional.

Además con las instrucciones para el usuario se le facilitarán las bases para un manejo seguro y sin errores. El Metrohm Compliance Service contiene una documentación completa y garantiza la conformidad con los requisitos normales en la gestión de calidad, como por ejemplo GLP/GMP y ISO



Metrohm Quality Service

El Metrohm Quality Service, disponible en todo el mundo y, en concreto, un mantenimiento preventivo periódico, prolongan la vida útil de sus sistemas de análisis y aseguran un funcionamiento sin fallos. Todos los trabajos de mantenimiento realizados por el Metrohm Quality Service están a cargo de nuestro servicio técnico cualificado.

Usted puede elegir entre diferentes tipos de contratos de servicio. Un contrato de servicio completo, por ejemplo, le ofrece una óptima seguridad para un trabajo sin preocupaciones con un control total de los costes y una documentación completa de verificación del cumplimiento de las normas.

Metrohm Quality Service	Beneficios para el cliente
Metrohm Care Contracts	<ul style="list-style-type: none"> • Cortos tiempos de inactividad gracias al mantenimiento preventivo • Seguridad de costes y ahorros gracias al uso gratuito o reducido de materiales de sustitución y consumibles • Tiempos de reacción garantizados y rápida solución de problemas in situ • Certificación de aparatos documentada como preparación ideal para las auditorías
Metrohm Software Care	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad de datos elevada y rendimiento máximo del sistema gracias al mantenimiento periódico y profesional del software
Metrohm Compliance Service	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios y documentación a medida para la cualificación de instrumentos analíticos (AIQ) • Puesta en marcha profesional (IQ/OQ o Certified Installation) y recertificación o recualificación por parte de trabajadores especialmente formados
Metrohm Remote Support	<ul style="list-style-type: none"> • Solución rápida a consultas de software y aplicaciones en el lugar de trabajo
Metrohm Dosing Test	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración de buretas (p. ej., unidades de dosificación e intercambiables) con producción de certificados • Resultados de medición precisos • Documentación de verificación para el cumplimiento de normas y auditorías sin problemas
Metrohm Repair Service	<ul style="list-style-type: none"> • Rápida disponibilidad de los aparatos gracias a los talleres de reparación descentralizados distribuidos por todo el mundo y un taller central en las instalaciones del fabricante • Reparaciones eficaces y duraderas gracias al empleo de un servicio técnico altamente cualificado • Solución rápida a problemas y minimización de tiempos de parada mediante servicios de emergencia y reparaciones urgentes in situ
Metrohm Spare Parts	<ul style="list-style-type: none"> • Piezas de repuesto originales producidas por Metrohm en Suiza y disponibles en todo el mundo • Cortos tiempos de suministro gracias a los almacenes de los representantes locales • Seguridad de la inversión gracias a la garantía de diez años de las piezas individuales al término de la producción
Metrohm Application Support	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso gratuito al Application Finder (www.metrohm.com/en/applications/) con más que 1800 aplicaciones (Application Bulletins, Application Notes, monografías, pósteres técnicos y artículos técnicos) • Solución rápida y profesional a todas las consultas sobre aplicaciones que puedan surgir a través del asesoramiento personal de nuestros especialistas, por correo electrónico, teléfono o soporte remoto • Asistencia en la solución de complejos problemas de análisis y optimización y validación de métodos in situ o en nuestros laboratorios de aplicación
Metrohm Training Programs	<ul style="list-style-type: none"> • Formación básica y experta en las representaciones locales, en la Metrohm Academy o directamente en el centro del cliente • Uso eficiente y seguro de todos los métodos de análisis y aseguramiento de los resultados gracias a la formación de usuarios competentes • Certificados y justificantes de formación para auditorías sin problemas

Referencias para pedido

30

En la monografía «El análisis del agua con aparatos Metrohm» (en inglés o alemán), que usted puede solicitar gratuitamente a su representante Metrohm, encontrará una presentación temática del análisis del agua.

Medida de pH y conductividad, titulación

Medida de pH

2.913.0110	913 pH Meter con Primatrode en maletín de accesorios y los distintivos accesorios
2.913.0210	913 pH Meter, variante de laboratorio con consola de soporte
2.780.0010	780 pH Meter incluyendo Unitrode
2.781.0010	781 pH/Ion Meter incluyendo Unitrode
2.867.0110	867 pH Module con Touch Control y iUnitrode
2.867.0210	867 pH Module con tiamo light y iUnitrode
2.914.0120	914 pH/Conductometer con Primatrode, sensor conductividad en maletín y los distintivos accesorios
2.914.0220	914 pH/Conductometer, variante de laboratorio con consola de soporte

Medida de la conductividad

2.856.0110	856 Conductivity Module con Touch Control y célula de medida de la conductividad de 5 anillos
2.856.0210	856 Conductivity Module con tiamo light y célula de medida de la conductividad de 5 anillos
2.912.0110	912 Conductometer con sensor conductividad en maletín y los distintivos accesorios
2.912.0210	912 Conductometer, variante de laboratorio con consola de soporte
2.914.0120	914 pH/Conductometer con Primatrode, sensor conductividad en maletín y los distintivos accesorios
2.914.0220	914 pH/Conductometer, variante de laboratorio con consola de soporte
6.0915.100	Célula de medida de la conductividad de 5 anillos $c = 0.7 \text{ cm}^{-1}$ con sonda Pt 1000 integrada para 856 Conductivity Module
6.0915.130	Célula de medida de la conductividad de 5 anillos $c = 1.0 \text{ cm}^{-1}$ con sonda Pt 1000 integrada para 856 Conductivity Module
6.0914.040	Célula de medida de la conductividad (acero inoxidable) $c = 0.1 \text{ cm}^{-1}$ con sonda Pt 1000 integrada para 856 Conductivity Module
6.0917.080	Célula de medida de la conductividad $c = 0,5 \text{ cm}^{-1}$ con Pt 1000 para 912/914
6.0918.040	Célula de medida de la conductividad de acero fino, $c = 0,1 \text{ cm}^{-1}$ con Pt 1000 para 912/914
6.0919.140	Célula de medida de la conductividad $c = 1,6 \text{ cm}^{-1}$ con Pt 1000 para 912 / 914

Titulación

2.905.0010	905 Titrande
MATi 01	Análisis de agua completamente automatizado
MATi 12	Análisis de agua completamente automatizado para la determinación de la demanda química de oxígeno
Mati 13	Análisis de agua completamente automatizado para la determinación del índice de permanganato
6.0253.100	Aquatrode plus
6.0257.600	Aquatrode plus con Pt 1000, "plug-in head U"
6.0277.300	iAquatrode plus con Pt 1000
6.0510.100	Electrodo ion-selectivo de calcio con membrana de polímero combinado
6.0502.150	Electrodo ion-selectivo de F con membrana cristalina
6.0430.100S	Ag Titrode con revestimiento de Ag_2S
6.0750.100	Electrodo de referencia LL ISE

Cromatografía iónica

Oxihaluros y aniones estándar

2.930.2560	930 Flex Oven/SeS/PP/Deg
2.850.9010	IC Conductivity Detector
2.858.0020	858 Professional Sample Processor – Pump
6.2041.440	Gradilla de muestras $148 \times 11 \text{ mL}$
6.5330.110	IC equipment: Inline ultrafiltration
6.1006.630	Metrosep A Supp 7 - 250/4.0
6.6059.311	MagIC Net 3.1 Compact



Anions y Cationes en agua ultrapura

2.940.2500	940 Professional IC Vario TWO/SeS/PP
2.850.9010	IC Conductivity Detector (2x)
2.815.0130	815 Robotic USB Sample Processor XL (2T/0P)
2.800.0010	800 Dosino (2x)
6.5330.140	Juego de accesorios Cl: MiPCT (2x)
6.9920.191	Gradilla de muestras 35 x 50 mL + 3 x 300 mL
6.1006.510	Metrosep A Supp 5 - 100/4.0
6.1050.430	Metrosep C 4 - 250/4.0
6.1006.310	Metrosep A PCC 1 HC/4.0
6.1010.310	Metrosep C PCC 1 HC/4.0
6.6059.312	MagIC Net 3.1 Professional

Rotor de supresor

6.2832.000	Rotor MSM A
6.2842.000	MSM-HC Rotor A
6.2844.000	MSM-LC Rotor A
6.2842.200	MSM-HC Rotor C
6.2842.020	Cartucho adaptador para supresor Vario

Voltamperometría

2.884.0110	884 Professional VA manual para MME
2.884.1110	884 Professional VA semiautomated para MME, compuesto de 884 Professional VA, cabezal de medida y dos 800 Dosinos.
MVA-22	Sistema VA Computrace totalmente automático, compuesto de 884 Professional VA, cabezal de medida para MME, 919 IC Autosampler plus para VA y dos 800 Dosinos para la adición automática de soluciones auxiliares. El aparato permite procesar automáticamente hasta 28 muestras. Este sistema es la solución ideal para el análisis automático de pequeñas series de muestras

Accesorios necesarios

6.5339.030	Equipo de electrodos VA con electrodo Multi-Mode pro para aparatos Professional VA
6.6065.202	viva 2.0 Full

Systemas TitrIC e VoltIC

TitriC Vario pro I	Sistema básico
TitriC Vario pro II	Para análisis completo de aniones y cationes
TitriC Vario pro III	La solución profesional con depósitos cerrados de muestras.
VoltIC Professional 1	El sistema combinado de Cl y voltamperometría para la determinación paralela de aniones, cationes y metales pesados

Análisis de procesos

El 875 ProcessLab es modular y se compone de un aparato básico completo y eventuales módulos de ampliación complementarios. Este aparato cuenta con todos los elementos de sistema necesarios, pero se tiene que completar con el módulo de parte química montado en la parte frontal y con los componentes I/O.

2.875.0010	Aparato básico 875 ProcessLab, bisagra de la puerta a la izquierda
2.875.0020	Aparato básico 875 ProcessLab, bisagra de la puerta a la derecha
2.875.0510	Aparato básico 875 ProcessLab con unidad de mando TFT incl. pantalla táctil, bisagra de la puerta a la izquierda
2.875.0520	Aparato básico 875 ProcessLab con unidad de mando TFT incl. pantalla táctil, bisagra de la puerta a la derecha

Contacte con su representante Metrohm para obtener información más detallada. Encontrará una amplia documentación sobre aplicaciones Metrohm en www.metrohm.com



water.metrohm.com