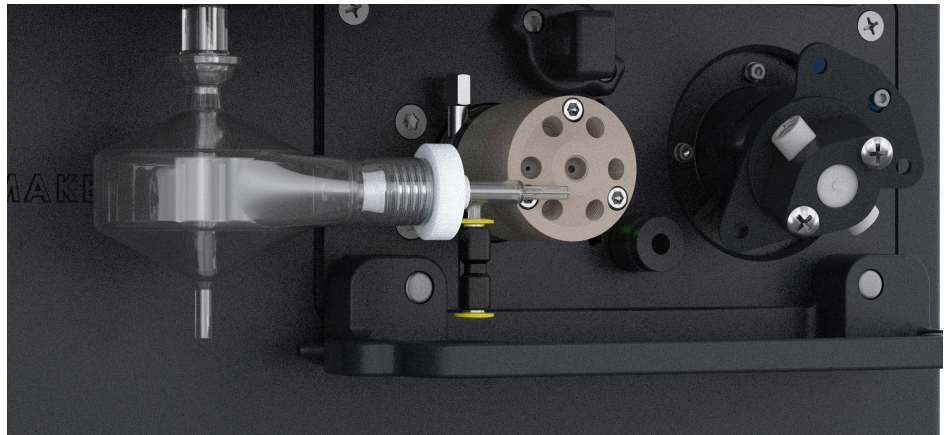


고급 밸브 시스템(AVS) 6 또는 7 포트 스위칭 밸브 시스템을 통한 유지 비용 절감 및 생산성 향상



생산성 향상으로 전환하세요

애질런트 고급 밸브 시스템(AVS) 6 또는 7 포트 스위칭 밸브 액세서리를 통해 시료 처리량을 두 배로 늘리고 아르곤 소모량을 50% 이상 줄여보세요.

AVS는 Agilent 5900 및 5800 ICP-OES 또는 5100/5110 ICP-OES 기기용 액세서리입니다. 고유한 2 포지션, 6 또는 7 포트 스위칭 밸브(7번째 포트는 내부 표준물질 표준화용) 및 고속 positive displacement 펌프가 있어 시료 루프를 빠르게 채울 수 있습니다. 제어된 기포 주입으로 주입 지연(uptake delay)을 줄이고 세척 시간을 거의 없애 높은 처리량의 시료 분석을 가능하게 합니다.

애질런트 AVS의 장점:

- **빠르고 정확한 결과**—AVS는 다음 시료가 기계에 표시되는 동안 시료 주입 시스템을 세척하여 기존 ICP-OES 분석의 지연 시간을 사실상 없애줍니다. 시료와 세척 용액 사이에 제어된 아르곤 기포를 주입하여 시료와 세척액이 섞이는 것을 방지함으로써 시료 주입과 세척 시간을 줄입니다.
- **운영 비용 절감**—분석 시간 단축으로 아르곤 소모를 시료당 50% 이상 줄일 수 있습니다. 보다 효율적인 분석으로 부식성 화학물질과 마모성 시료로부터 토치, 네블라이저 및 펌프 튜브의 노출을 최소화하여 소모품 수명을 연장하고 비용을 절감합니다.
- **사용 편의성**—AVS는 ICP-OES 하드웨어에 완전히 통합되어 Pro Pack 소프트웨어 모듈 옵션을 통해 ICP Expert 소프트웨어로 제어되므로 사용이 간편합니다. 이를 통해 최적의 타이밍이 보장됩니다(복잡한 독립형 제어 소프트웨어를 사용하는 타사 스위칭 밸브 액세서리와 비교됨).
- **간편한 액세스**—AVS의 최적화된 포지셔닝 덕분에 교체를 위해 토치, 스프레이 챔버/네블라이저와 같은 일반적인 시료 주입 구성 요소를 세척 또는 제거해야 할 때 물리적 장애를 제거합니다.
- **교차 오염 감소**—시료와 세척 용액 사이에 아르곤 기포를 주입하여 ICP-OES 스프레이 챔버에서의 교차 오염을 줄입니다. 공기 대신 아르곤 기포를 사용하면 플라즈마가 더 안정화되고 분석 정밀도가 향상됩니다.
- **정밀도와 안정성 개선**—시료 사이에서 플라즈마를 불안정하게 하는 연동 펌프의 빠른 펌핑을 제거하여 분석 정밀도와 장기 안정성을 향상시킵니다.
- **높은 생산성**—AVS를 애질런트 자동 시료 주입기, SPS 4 또는 SPS 6 시료 전처리 시스템과 결합시키면 시료 처리량을 두 배로 늘릴 수 있습니다.
- **유연성**—AVS는 광범위한 고용량 자동 시료 주입기와 호환할 수 있고 야간 무인 운영이 가능하며 700개 이상의 시료 용량을 허용합니다. 이 제품은 애질런트 Advanced Dilution 시스템 2(ADS 2)와도 호환됩니다.
- **내구성**—AVS는 까다로운 시료 매트릭스에 이상적입니다. 일정한 직경의 금속이 없는 액체 유로를 가지고 있어 강산, HF 산, 유기 용매, 심지어 고농도의 용존 고형물을 포함한 시료에도 적합합니다.

작동 방식

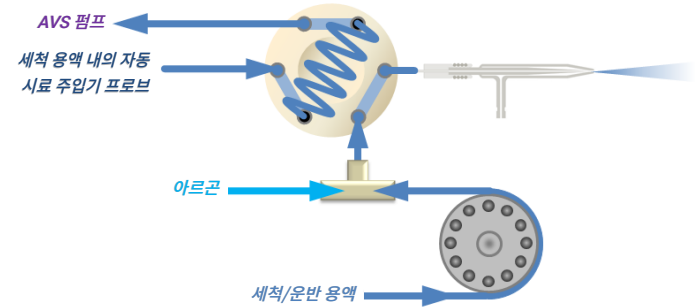


그림 1a. 대기 모드.

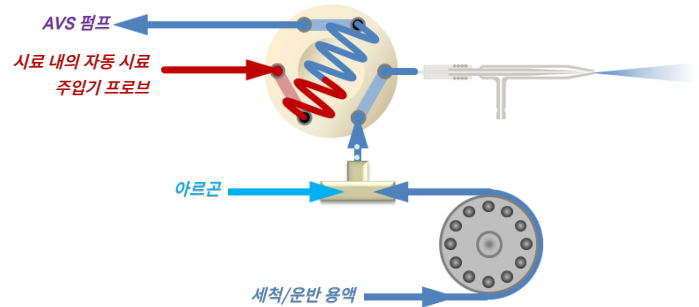


그림 1b. 시료 로딩, 약 5초.

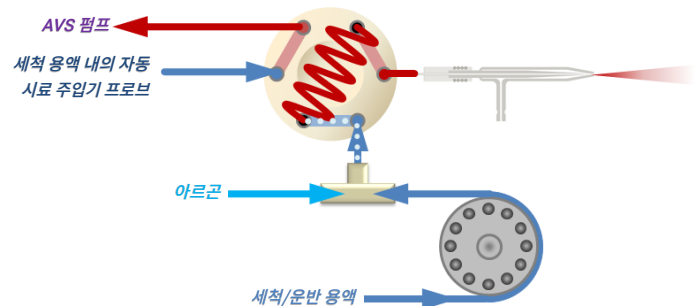


그림 1c. 안정화(약 3초) 및 기포 주입.

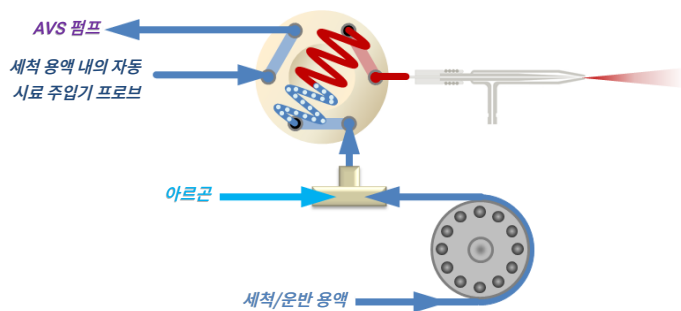


그림 1d. 분석 측정.

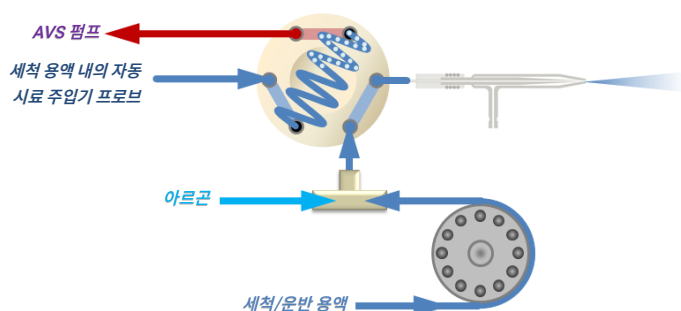


그림 1e. 대기 모드로 복귀.

기포 주입

AVS에서는 두 용액의 혼합을 방지하기 위해 시료와 세척 스트림 사이에 아르곤 기포가 주입됩니다(그림 1a-e 참조). 기포는 두 용액을 분리하여 루프에서 혼합과 희석이 발생하는 것을 방지합니다. 결과적으로 측정 판독 시간이 길어집니다.

1mL 시료 루프의 경우, 기포 주입으로 인해 기포 주입이 없을 때의 안정적 측정 시간인 20초보다 많은 47초의 측정 시간이 걸립니다(그림 2). 그림 3은 0.5mL 시료 루프에 대한 기포 주입의 효과를 보여줍니다. 기포 주입으로 주어진 시료 루프에서 측정 시간과 정밀도가 극대화됩니다. 처리량을 높이기 위해 더 작은 루프를 사용하여 주입 지연을 진일보로 줄이고 세척 시간도 줄일 수 있습니다.

공기 기포 주입을 사용하는 대부분의 상용 시스템과 달리, AVS는 아르곤을 사용하여 세그먼트를 생성하는데 아르곤은 공기와 달리 플라즈마를 불안정하게 만들지 않기 때문에 분석 정밀도가 향상됩니다(표 1 참조).

표 1. AVS 6을 사용하여 5ppm 망간 용액을 5초로 3회 반복 측정했을 때의 분석 정밀도.

	분석 정밀도
5ppm 망간, 아르곤 주입	0.5% RSD
5ppm 망간, 공기 주입	1.0% RSD

분석 처리량

표 2. AVS 6 액세서리를 사용했을 때와 사용하지 않았을 때 윤활유 내 마모 금속 분석의 시료 처리량 비교.

	AVS 6 사용	AVS 6 미사용
시료당 분석 시간	22초	52초
시료당 총 아르곤 가스 소모량	7L	17.4L

AVS는 일반적인 ICP-OES 분석에 필요한 지연과 세척 시간을 줄이거나 없애 시료 처리량을 향상시킵니다. 표 2는 AVS를 사용할 때와 사용하지 않았을 때의 윤활유 분석을 위한 평균 시료 분석 시간과 아르곤 소모량을 비교한 결과입니다(1). 22종 원소가 측정되었고 AVS 6을 사용할 때의 시료 간 시간은 22초이며 시료당 아르곤 소모량은 7L였습니다. AVS 6을 사용하지 않았을 때, 시료 간 시간은 52초이고 아르곤 소모량은 17.4L였습니다. 처리량과 아르곤 소모량의 차이는 AVS 6을 사용했을 때의 주입 지연과 세척 시간이 감소된 것입니다.

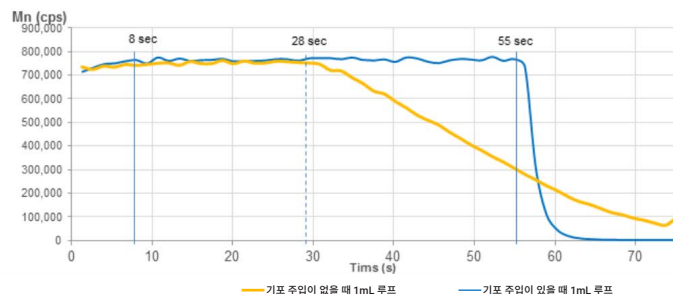


그림 2. 기포 주입을 사용했을 때와 사용하지 않았을 때 1mL 시료 루프에서 사용 가능한 측정 시간.

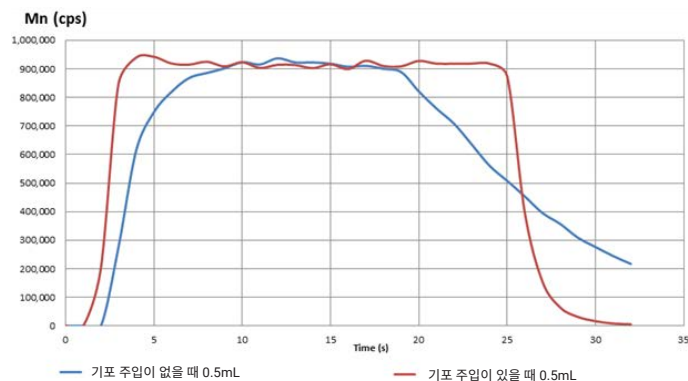


그림 3. 기포 주입을 사용했을 때와 사용하지 않았을 때 0.5mL 시료 루프에서 사용 가능한 측정 시간은 각각 19초와 9초인 것으로 나타났습니다.

분석 처리량 최적화

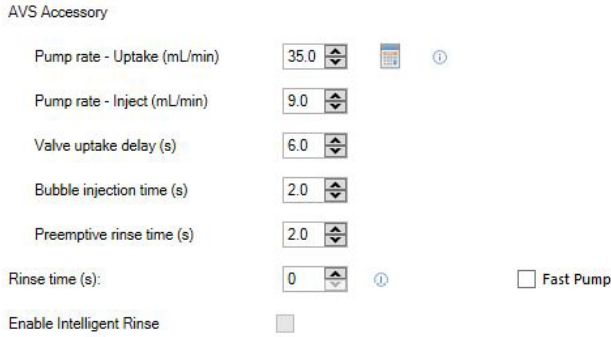


그림 4. AVS 액세서리를 제어하는 간단한 소프트웨어.

ICP Expert 소프트웨어와 완전히 통합된 간단한 제어 소프트웨어를 사용하면 AVS에서 분석 속도와 정밀도에서 모두 최고의 결과를 얻을 수 있습니다(그림 4 참조). 이 소프트웨어는 원활한 설정 및 분석법 개발을 위해 AVS 파라미터 계산기를 통합합니다. 성능을 최적화하기 위해 이 소프트웨어에 사용된 주요 파라미터는 다음과 같습니다.

- 펌핑 속도 - mL/분 단위의 주입 속도(일반적으로 35mL/분으로 설정)
- 초 단위의 밸브 주입 지연(일반적으로 5-6초)
- 안정화 시간(표준 네블라이저 및 캐필러리의 경우 약 3초)

사례 분석

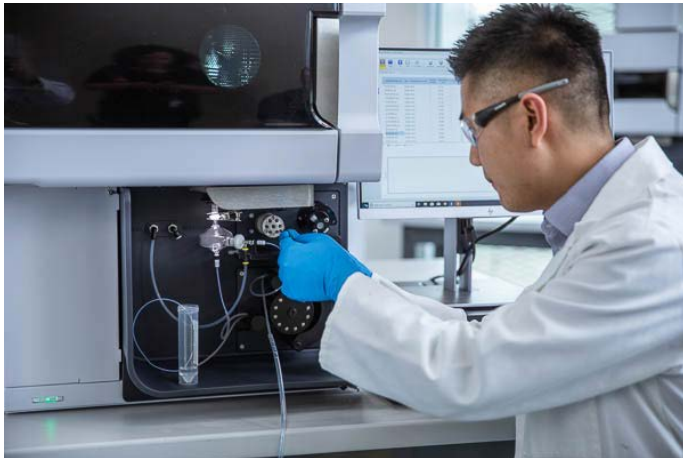


그림 5. Agilent 5900 ICP-OES의 시료 주입 시스템과 통합된 AVS 7 액세서리.

AVS의 성능을 입증하기 위해 고안된 실험에서 다음 설정이 사용되었습니다. 1mm ID 프로브를 갖춘 Agilent SPS 4 자동 시료 주입기와 밸브 연결을 위한 (기본값) 50mm 길이 캐필러리가 있는 표준 SeaSpray Glass Concentric Nebulizer를 포함합니다. 모든 튜빙의 내경이 1mm이고 연동 펌프 튜빙은 일정한 12 RPM에서 사용되는 흰색/흰색 타입이었습니다. 모든 밸브 피팅은 비활성이며 교차 오염을 방지하도록 설계되었습니다. 밸브 피팅과 포트에 모두 명확하게 표시되어 있어 설치와 유지보수가 간편합니다(그림 6 참조).



그림 6. AVS의 포트에 명확하게 표시되어 있습니다.

이 설정을 사용하면 시료가 스위칭 밸브를 빠져나가 플라즈마에 도달하는 데 걸리는 시간인 안정화 지연이 시료 루프 크기에 관계 없이 일반적으로는 3초입니다. 밸브 배출구와 네블라이저 사이의 캐필러리가 길수록 및/또는 연동 펌프 속도가 느릴수록 또는 연동 펌프 튜빙이 좁을수록 안정화 지연이 증가됩니다.

아래 그림 7에서 0.5mL 시료 루프를 사용했을 때 다양한 주입 지연이 5ppm 망간 용액의 분석 정밀도에 미치는 영향을 확인할 수 있습니다.

주입 지연은 시료가 자동 시료 주입기의 시료 튜브에서 자동 시료 주입기 프로브와 이송 튜빙을 거쳐 이송되고 시료 루프를 완전히 채울 수 있을 정도로 길어야 합니다.

이 주입 단계 동안 AVS 펌프는 고속(일반적으로 35mL/분 이상)으로 작동합니다. 주입 지연은 시료 튜브와 밸브 주입구 사이의 부피의 영향을 받는데, 자동 시료 주입기와 밸브 사이의 전송 튜빙 길이를 실용적 범위에서 최대한 짧게 보장하면 주입 지연을 최소화시킬 수 있습니다. 시료 튜브에서 네블라이저까지 1mm의 일정한 내경을 유지하면 유로에서 시료 혼합이 최소화됩니다.

그림 7은 0.5mL 시료 루프의 경우, 4초 이상의 주입 지연은 5ppm 망간에서 0.5% RSD 이상의 일반적인 단기 정밀도가 얻어진다는 사실을 보여줍니다.

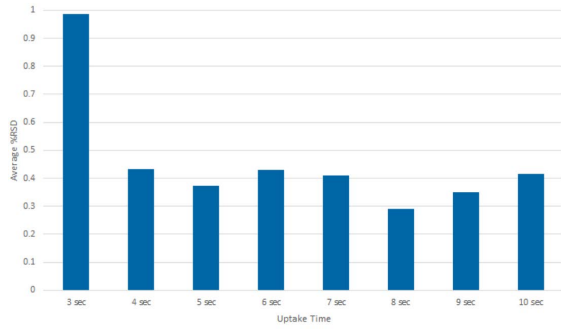


그림 7. 0.5mL 시료 루프를 사용했을 때 다양한 주입 지연에서 얻어지는 5ppm 망간의 정밀도(%RSD).

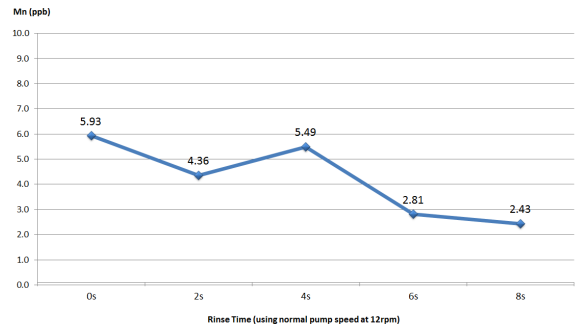


그림 9. 50,000ppb 망간 용액 주입 후 바탕 용액에서 망간의 세척 성능(ppb).

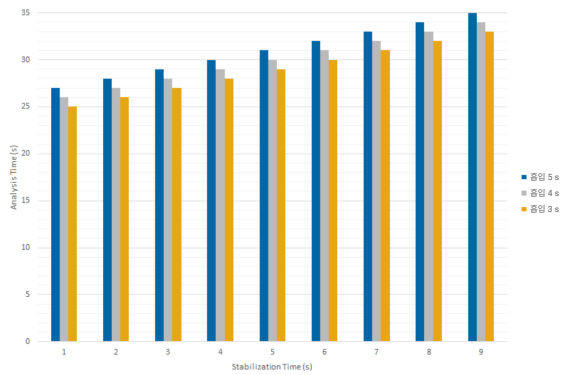


그림 8. 주입 지연과 안정화 지연의 여러 가지 조합으로 얻은 시료 간 분석 시간(초).

그림 8은 AVS 6을 사용했을 때 다양한 주입 지연(3, 4 및 5초) 및 5초의 3회 반복 분석의 여러 안정화 시간에서 0.5mL 시료 루프로부터 얻은 시료 간 분석 시간을 나타냅니다. 0.5mL 루프에 대한 최적화는 4-5초의 주입 지연과 3초의 안정화 지연 조건이며, 이 때 5ppm 망간에 대해 일반적으로 0.5% RSD 미만의 분석 정밀도를 얻어졌고 분석 시간은 약 28-29초였습니다. 예상되는 바와 같이 시료 처리 시간은 안정화 지연이 증가함에 따라 선형적으로 증가합니다.

AVS의 세척 성능은 50,000ppb 망간 용액을 측정 후 바탕 용액을 측정하여 조사했습니다. 어떤 분석법으로도 세척하지 않으면 망간 농도는 50,000ppb에서 6ppb로 10^4 배 가까이 감소됩니다. 다른 분석법으로 세척했을 때 측정된 망간 농도는 그림 9와 같이 0초 분석법 세척과 현저한 차이는 없었습니다. 실험 결과는 AVS 6의 10^4 배로 농도 감소된 세척 효과와 우수한 세척 특성을 보여줍니다.

ICP 자동화



그림 10. ICP 자동화 시스템은 기기, 자동 시료 주입기, AVS 스위칭 밸브 및 ADS 2 자동 희석기로 구성됩니다.

AVS 스위칭 밸브는 Agilent ICP 자동화 시스템의 필수 구성 요소입니다. 이 시스템에는 기기, 자동 시료 주입기, 스위칭 밸브 및 새로운 Agilent ADS 2 자동 희석기가 포함됩니다. 자동 희석기는 다음을 자동화합니다.

- 검량 표준물질 전처리
- 시료의 측정 전 희석
- 범위 초과 시료 또는 내부 표준물질이나 QC 실패에 대한 반응성 희석 및 재측정

ICP 자동화 시스템은 AVS의 높은 처리량과 자동 희석기 및 자동 시료 주입기의 시간 절약 효과를 결합합니다.

AVS/ADS 타이밍 모니터

AVS/ADS 타이밍 모니터는 분석물 신호를 표시된 파라미터 단계와 함께 표시하여 분석법 최적화 및 문제해결을 지원합니다. 예를 들어, 그림 11에서 Mn 신호는 12초에서 안정화되지만 측정은 16초부터 시작됩니다. 이는 안정화 시간을 2-4초 정도 줄임으로써 분석법을 최적화할 수 있는 가능성을 보여줍니다. 타이밍 모니터는 시료 주입 문제를 파악하는 데에도 도움이 되며, 문제해결 지침은 도움말 및 학습 센터에서 확인할 수 있습니다.

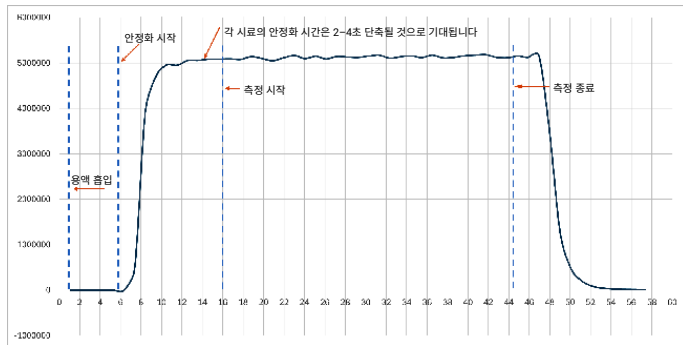


그림 11. 이 타이밍 모니터 화면에서 Mn 신호는 12초에서 안정화되지만, 측정은 16초부터 시작됩니다. 측정을 12초부터 시작하여 시료당 최대 4초를 절약할 수 있습니다.

참고 자료

1. Improved productivity for the determination of metals in oil samples using the Agilent 5110 Radial View (RV) ICP-OES with Advanced Valve System. 애질런트 발행 번호 [5991-6849EN](#).
2. Analysis of Waste Samples According to US EPA Method 6010D. 애질런트 발행 번호 [5994-2027EN](#)
3. The Fastest and Smartest Way to Analyze Water Samples by ICP-OES. 애질런트 발행 번호 [5994-1520EN](#)

www.agilent.com/chem/icpoes

DE.7119097222

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2020–2026,
한국에서 인쇄, 2026년 01월 12일,
5991-6863KO

한국애질런트테크놀로지스(주)
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
DF타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090(고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com

