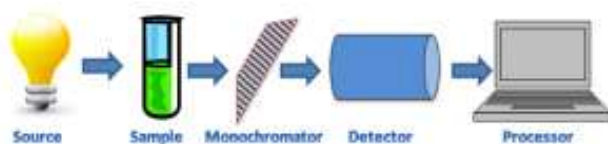


روش کار، اصول و اجزا دستگاه جذب اتمی

طیف‌سنجی جذب اتمی چیست؟

طیف‌سنجی جذب اتمی یک روش رایج برای تعیین تک عنصر در ترکیبات است. همانطور که از نام آن پیداست، برای انجام آنالیز، ذرات باید اتمیزه شوند. پس از اتمیزه شدن ترکیب (معمولاً توسط شعله)، یک منبع تشعشع امواجی تولید می‌کند که از ماده عبور می‌کند و توسط یک آشکارساز دریافت می‌شود. رایج‌ترین منابع نور لامپ‌های هالوکاتی و رایج‌ترین آشکارسازها تیوب‌های فتومولتی پلایر هستند. هر دوی این عناصر ابزار در زیر منابع و آشکارسازها توضیح داده می‌شوند. این نوع طیف‌سنجی بیش از پنجاه سال است که وجود داشته است و یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های آنالیز ابزاری برای عناصر منفرد است.



منابع نوری

وقتی صحبت از جذب اتمی می‌شود، باید به چند فاکتور مهم توجه کرد. خطوط جذب بسیار باریک هستند و معمولاً فقط بین 0.002% و 0.005% نانومتر متغیر هستند. همچنین، هر عنصر انتقال

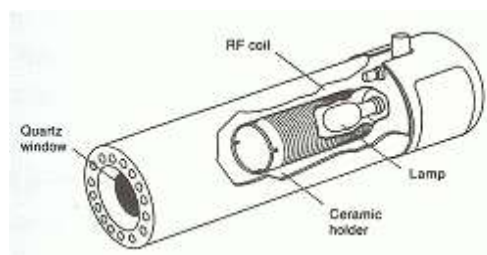
الکترونیکی منحصر به فرد خود را دارد. انتخاب منبع مبتنی بر برنامه است، منبع صحیح برای استفاده خاص شما باید انتخاب شود. این عوامل باید در هنگام تصمیم گیری برای یک لامپ برای تجزیه و تحلیل در نظر گرفته شود.

دو دسته منبع وجود دارد، خطی و پیوسته. منابع خطی باند باریکی از تابش ساطع می کنند، که مهم است زیرا بسیار انتخابی هستند، حساسیت بالایی ارائه می دهند (قدرت پرتو در یک باند طول موج باریک است) و تداخل طیفی سایر عناصر، مولکول ها، اتم ها یا یون هایی که دارای خطوط طیفی مشابه هستند را کاهش می دهند. منابع پیوسته معمولاً برای تصحیح پس زمینه استفاده می شوند تا ماتریس را حذف کنند تا فقط سیگنال آنالیت مشاهده شود.

لامپ های هالوکاتی

رایج ترین منبع خطی مورد استفاده برای طیف سنجی جذب اتمی HCL است. از نظر ساختاری، این یک لامپ هواگیر است که با آرگون یا نئون پر شده است و در حدود ۱ تا ۵ torr نگهداری می شود. گاز بی اثر با ایجاد اختلاف پتانسیل ولتاژ بالا بین آند تنگستن و کاتد استوانه ای خاص یونیزه می شود. کاتیون های آرگون یونیزه شده یا گاز نئون یون های فلزی را از کاتد خارج می کنند. اینها یک ابر اتمی تولید می کنند. جایی که برخی از اتم های ابر در حالت برانگیخته هستند و پس از بازگشت به حالت پایه، تابش خاصی از عنصر ساطع می کنند. مدل های تجاری زیادی از HCLها وجود دارد، برخی از آنها می توانند کاتدهای فلزی متعددی برای تجزیه و تحلیل چندین فلز داشته باشند.

لامپ تخلیه بدون الکتروود (EDL)

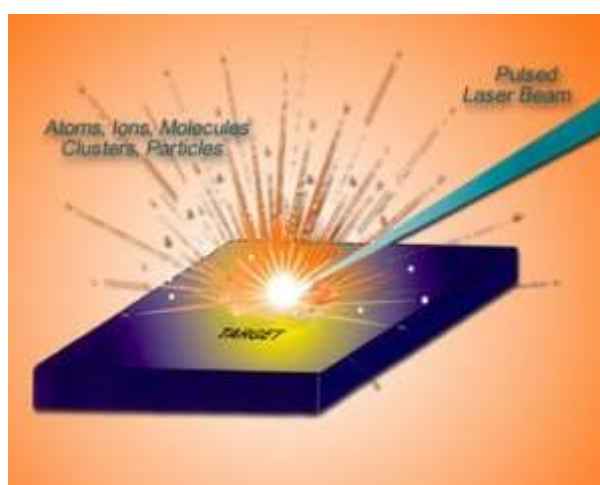


لامپ تخلیه بدون الکتروود

EDLها منابع خطی هستند که انرژی تابشی را ارائه می دهند که شدت بیشتری نسبت به HCL دارد. اینها لوله های کوآرتز مهر و موم شده هستند که با گاز بی اثر در فشار کم پر شده اند، مانند HCL. لامپ حاوی مقدار کمی از عنصر مورد نظر است. میدان شدید تشعشع، یونیزاسیون و تحریک فلز را برای تولید یک طیف فراهم می کند. پهنای خط معمولاً باریک تر است، اما ممکن

است به زمان بیشتری برای تجزیه و تحلیل نیاز داشته باشد زیرا توسط منبع فرکانس رادیویی (RF) تغذیه می‌شود و برای تثبیت سیم‌پیچ RF به زمان نیاز دارد EDL ها معمولاً نسبت به HCL ها کمتر قابل اعتماد هستند، به استثنای Se ، As ، Cd و Sb که در آنها محدودیت های تشخیص بهتری تولید می شود.

نمونه معرفی



ابلیشن با لیزر

لیزر ابلیشن

لیزر فرسایش فرآیندی است که در آن یک پرتو لیزر شدید بر روی یک نمونه جامد متمرکز می شود تا زمانی که بخشی از آن تبخیر یا تصعید شود. سپس توده‌ای از بخار و ذرات ریز توسط جریان گاز بی‌اثر به درون دستگاه اتمایزر کشیده می‌شوند. لیزر برای نمونه های رسانا یا غیر رسانا، آلی یا معدنی و پودری یا جامد مناسب است. لیزر می تواند پالسی یا پیوسته باشد.

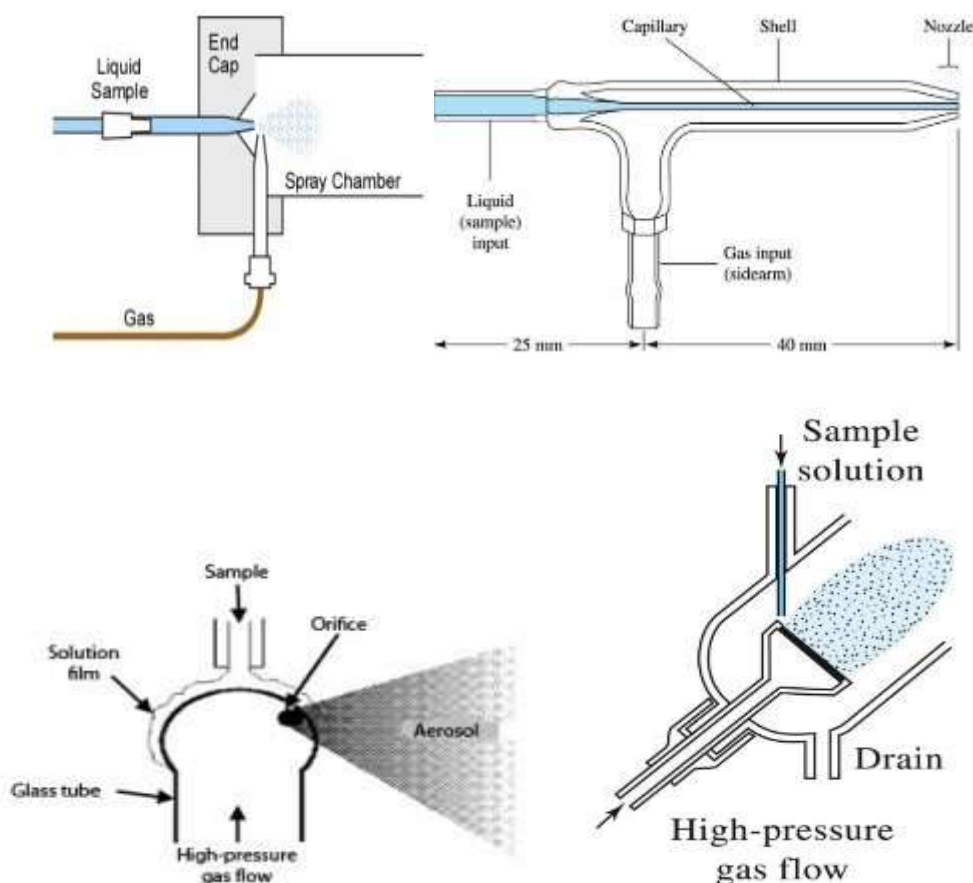
در فرسایش لیزر پالسی، زمان پالس‌ها می‌تواند در طیف وسیعی از میلی‌ثانیه متفاوت باشد، که می‌توان آن را به شدت کنترل کرد. این برای بسیاری از کاربردها از جمله میکروآنالیز و مواد نانو (مائو) مهم است. جرم کل حذف شده از نمونه در هر پالس لیزر به عنوان نرخ فرسایش نامیده می شود.

با یک موج پیوسته، اگر پرتو به اندازه کافی قدرتمند باشد، می توان نمونه را با پرتو لیزر پیوسته جدا کرد.

نبولایزرها

نبولایزر وسیله ای است که یک نمونه مایع را به AAS وارد می کند. در اینجا، ما رایج ترین انواع را مورد بحث قرار خواهیم داد: نبولایزرهای پنوماتیک و اولتراسونیک.

نبولایزرهای پنوماتیکی



یک نبولایزر پنوماتیک یک محلول نمونه را با استفاده از یک جت گاز فشرده به یک ذرات کوچک ذرات معلق در هوا تبدیل می کند. جریان گاز بی اثر، قطرات را به یک اتمیزر می برد. چندین نسخه از نبولایزرهای پنوماتیکی موجود است و تعدادی از آنها در زیر نشان داده شده است.

نبولایزرهای اولتراسونیک

یک نبولایزر اولتراسونیک با پمپ کردن یک محلول نمونه بر روی سطح کریستال پیزوالکتریک که در فرکانس ۲۰ کیلوهرتز تا چندین مگاهرتز ارتعاش می کند، آئروسولی از قطرات کوچک ایجاد می کند. ارتعاشات نمونه را به یک آئروسول متراکم و همگن تر از آنچه که یک نبولایزر پنوماتیک می

تواند به دست آورد تبدیل می کند. با این حال، مایعات چسبناک و ذرات، کارایی آن را کاهش می دهند. سپس آئروسول توسط یک گاز بی اثر به یک اتمایزر منتقل می شود.

اتمیزه کردن نمونه



طیف‌سنجی جذب اتمی نیازمند تبدیل نمونه به اتم‌های گازی است که تابش را جذب می‌کنند. در AAS نمونه معمولاً به عنوان راه حل معرفی می‌شود. محلول از طریق یک لوله کوچک به داخل کشیده می‌شود و به نبولایزر منتقل می‌شود، جایی که محلول به یک غبار ریز تجزیه می‌شود (این شبیه به قوطی آئروسول است). غبار ریز توسط یک گاز حامل به دستگاه اتمیزه کننده مانند شعله منتقل می‌شود. هنگامی که مه به شعله می‌رسد، گرمای شدید نمونه را به اتم‌های جداگانه تجزیه می‌کند. این فرآیند نهایی اتمیزه شدن نامیده می‌شود.

اتمیزه کردن

دو نوع اصلی اتمایزر وجود دارد: گسسته و پیوسته. اتمایزرهای پیوسته آنالیت را به صورت ثابت معرفی می‌کنند در حالی که اتمی سازهای گسسته آنالیت را به طور ناپیوسته معرفی می‌کنند. متداول ترین اتمایزر پیوسته در AAS شعله است و رایج ترین اتمایزر گسسته اتمایزر الکتروترمال است. اتمیزه کردن نمونه دقت، دقت و محدودیت تشخیص ابزار تحلیلی را محدود می‌کند. هدف از مرحله اتمیزه کردن، تبدیل آنالیت به مقدار قابل تکرار اتم‌های گازی است که نمونه را به طور مناسب نشان می‌دهد.

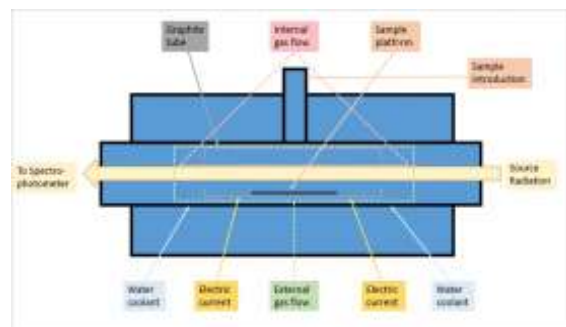
نموداری که فرآیند اتمیزه شدن را برای اتمیزرهای پیوسته توصیف می‌کند.

اتمیزاسیون الکتروترمال

در طول اتمیزاسیون الکتروترمال، یک نمونه برای رسیدن به اتمیزه شدن از سه فاز عبور می‌کند. ابتدا نمونه در دمای پایین خشک می‌شود. سپس نمونه در یک کوره گرافیت خاکستر می‌شود (که در زیر به آن پرداخته می‌شود)، به دنبال آن یک افزایش سریع دما در داخل کوره که در آن نمونه به

بخار حاوی اتم های نمونه تبدیل می شود. جذب در بالای سطح گرم شده که در آن نمونه اتمیزه شده است اندازه گیری می شود.

یک کوره گرافیتی از یک لوله گرافیتی باز در دو انتها با یک سوراخ در مرکز برای معرفی نمونه تشکیل شده است. لوله در دو انتها در داخل کنتاکت های الکتریکی گرافیت قرار دارد که برای گرم کردن نمونه کار می کنند. منبع آب برای خنک نگه داشتن کوره گرافیت استفاده می شود. یک جریان خارجی از گاز بی اثر در اطراف لوله جریان دارد تا از ورود هوای بیرون به محیط اتمیزاسیون جلوگیری کند. هوای بیرون می تواند لوله را مصرف کرده و از بین ببرد. یک جریان داخلی از گاز بی اثر از طریق لوله جریان می یابد و بخارات را از ماتریس نمونه می برد.



اتمیزرهای الکتروترمال حساسیت بیشتری را ارائه می دهند زیرا نمونه ها به سرعت اتمیزه می شوند و در مقایسه با سیستم های AAS شعله ای زمان ماندگاری طولانی تری دارند، که به این معنی است که تعداد بیشتری از نمونه به طور همزمان تجزیه و تحلیل می شود. این روش همچنین می تواند برای تعیین کمی بر اساس ارتفاع و مساحت پیک سیگنال استفاده شود. اتمیزاسیون الکتروترمال همچنین مزیت اندازه نمونه کوچکتر و کاهش تداخل طیفی را به دلیل دمای بالای کوره گرافیت ارائه می دهد. با این حال، اتموایزرهای الکتروترمال دارای معایبی هستند از جمله زمان اندازه گیری کند به دلیل گرمایش و سرمایش مورد نیاز سیستم و محدوده تحلیلی محدود. علاوه بر این، آنالیت و ماتریس در لوله گرافیتی پخش می شوند و با گذشت زمان، لوله نیاز به جایگزینی دارد، تعمیر و نگهداری و هزینه های مرتبط با اتمیزاسیون الکتروترمال افزایش می یابد

محدودیت های تشخیص

برای GFAA (جذب اتمی کوره) محدوده بین ۱۰۰ ppb تا ۱ ppb است. این به این دلیل است که ماتریس، حتی اگر حذف شده باشد، همچنان در مقیاس تشخیص نقش دارد.

اتمیزه کردن شعله

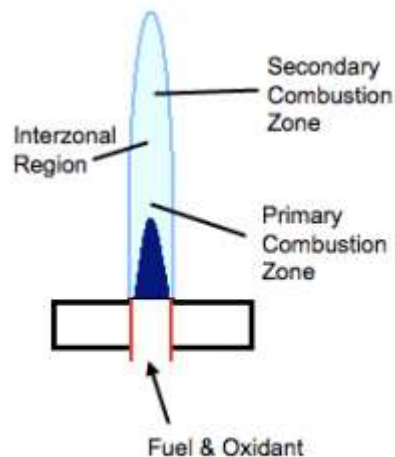
نمونه پس از نبولیزه شدن توسط اکسیدان گازی و مخلوط شدن با سوخت، به داخل شعله منتقل می شود که در آن گرما اجازه می دهد تا اتمیزه شدن رخ دهد. هنگامی که نمونه به شعله می رسد، سه مرحله دیگر رخ می دهد، تجزیه، تبخیر و تفکیک. ابتدا یک آئروسول مولکولی با تبخیر حلال تولید می شود (تحلیل)، سپس آئروسول به مولکول های گازی تبدیل می شود (فرار) و در نهایت مولکول ها تجزیه می شوند و گاز اتمی تولید می کنند (تجزیه). در طی این فرآیند کاتیون ها و الکترون ها نیز می توانند در هنگام یونیزه شدن گاز اتمی تشکیل شوند.

سوخت ها و اکسیدان ها

جدول نشان داده شده رایج ترین سوخت ها و اکسیدان های مورد استفاده برای تولید شعله برای AAS را فهرست می کند. مخلوطی از اکسیدان ها و سوخت های مختلف را می توان برای دستیابی به یک محدوده دمایی خاص استفاده کرد. از آنجایی که تفکیک و شکستن مولکول ها به اتم ها با وجود گرمای بیشتر آسان تر است، اکسیژن رایج ترین اکسید کننده مورد استفاده در اتمیزه کردن شعله است. برای کنترل سرعت جریان یک اکسیدان و سوخت از یک روتامتر استفاده می شود، این یک لوله مخروطی عمودی است. با قرار دادن کوچکترین انتهای پایین، یک شناور که در داخل لوله قرار دارد میزان جریان را تعیین می کند. کنترل نزدیک بسیار مهم است زیرا شعله خارج از محدوده سرعت جریان خاص خود بسیار ناپایدار است. اگر سرعت جریان بیشتر از سرعت سوزاندن مشخص شده نباشد، شعله فلاش بک را تجربه کرده و به مشعل باز می گردد. اگر سرعت جریان خیلی زیاد باشد، شعله مشعل را خاموش می کند. هنگامی که سرعت جریان و سرعت سوختن برابر باشد، شعله پایدار است. معمولاً شعله از سوخت اضافی برای جلوگیری از تشکیل اکسید با مولکول های نمونه تشکیل شده است.

ساختار شعله

OXIDANT	FUEL	TEMPERATURE, C	MAX BURNING VELOCITY (cm/s)
Oxygen	Natural Gas	2700-2800	370-390
Oxygen	Hydrogen	2550-2700	900-1400
Oxygen	Acetylene	3050-3150	1100-2480
Air	Natural Gas	1700-1900	39-43
Air	Hydrogen	2000-2100	300-460
Air	Acetylene	2100-2400	158-266
Nitrous Oxide	Acetylene	2600-2800	285



Fuel (usually acetylene) and air are added mixed with a nebulizer mist. This mixture is then introduced into the flame.

همه مکان های شعله از نظر دما برابر نیستند و از نظر نسبت سوخت به اکسیدان برابر نیستند. سه ناحیه اصلی شعله شامل منطقه احتراق اولیه، منطقه احتراق ثانویه و منطقه بین منطقه ای است. ناحیه بین منطقه ای در اتم های آزاد رایج است و داغ ترین ناحیه شعله است. بنابراین منطقه مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل طیف سنجی است. شعله معمولاً حدود ۵ سانتی متر از نوک مشعل بالا می رود و حداکثر دمای آن ۲/۵ سانتی متر است. بخشی از شعله مورد استفاده برای AAS مشخص است که چه عنصری در حال تجزیه و تحلیل است. به دلیل تشکیل اکسیدها، عناصر مختلف حداکثر جذب را در فواصل مختلف (سانتی متر) بالای مشعل به دست می آورند.

کارایی

اتمیزه کردن اتمی شعله ای در بین تمام نمونه های مایع قابل تکرار است، با این حال معایب زیادی دارد. اکسیدها به راحتی تشکیل می شوند که منجر به کاهش جذب نمونه ها می شود و اتمیزه شدن با شعله حساسیت کمتری نسبت به اتمیزه شدن الکتروترمال دارد. نمونه ها می توانند به عنوان زباله تخلیه شوند و بنابراین زمان ماندگاری کمی دارند که منجر به راندمان پایین می شود. یکی دیگر از معایب اتمی شدن شعله، نوسانات شعله است که می تواند بر جذب نمونه ها تأثیر بگذارد.

محدودیت های تشخیص

در طیف سنجی جذب اتمی شعله، حد تشخیص بین ۱ ppm برای فلزات واسطه تا 10 ppb برای فلزات قلیایی است. فلزات واسطه برای برانگیختن الکترون بیرونی خود به انرژی بیشتری نسبت به فلزات قلیایی نیاز دارند، به همین دلیل است که حد تشخیص بالاتر مورد نیاز است.

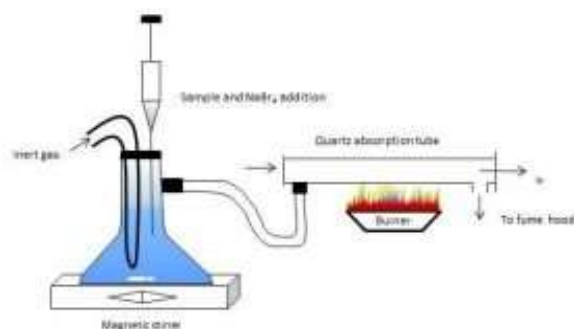
سایر روشهای اتمیزه کردن

ابزارهای مختلفی برای ایجاد بخار اتم ها از نمونه ای استفاده می شود که توسط AAS آنالیز می شود. علاوه بر روش هایی که قبلاً مورد بحث قرار گرفت، اتمیزه کردن با تخلیه تابشی، اتمیزه کردن هیدرید و اتمیزه کردن با بخار سرد تکنیک هایی هستند که می توانند برای AAS بسیار مفید باشند.

در یک سیستم اتمیزه کردن تخلیه درخشندگی عمومی، نمونه بر روی یک کاند قرار می گیرد. گاز آرگون توسط یک ولتاژ اعمال شده بر روی سلول یونیزه می شود و باعث می شود یون های آرگون به سمت کاند که در آنجا با نمونه برهمکنش می کنند و اتم ها را بیرون می ریزند، شتاب بگیرند. این فرآیند کندوپاش نامیده می شود، بیرون راندن اتم ها از نمونه در نتیجه بمباران گونه های پرانرژی. نمونه ها باید یا کیفیت رسانایی داشته باشند یا با مواد رسانایی مانند گرافیت یا مس مخلوط شوند. سپس اتم های پراکنده شده برای تجزیه و تحلیل توسط خلاء به مسیر تابش معرفی می شوند. بنابراین هوای بیرون مورد تجزیه و تحلیل قرار نخواهد گرفت و تنها آنالیت مورد نظر تجزیه و تحلیل خواهد شد. این تکنیک اتمیزه کردن را می توان همراه با یک سیستم AAS شعله ای استفاده کرد و می تواند برای تجزیه و تحلیل حجمی و پروفایل عمقی جامدات استفاده شود.



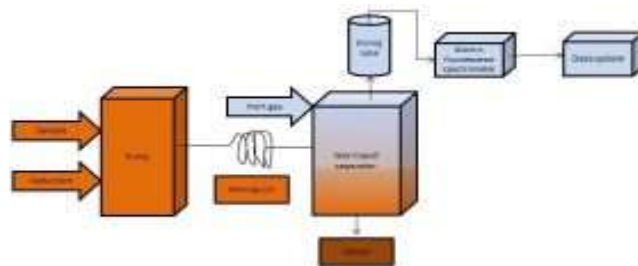
A hydride generation and atomization system for AAS



یک سیستم تولید و اتمیزه کردن هیدرید برای AAS

در یک اتمایزر مولد هیدرید، نمونه‌ها معمولاً قبل از مخلوط شدن با یک منبع هیدرید مانند بوروهیدور سدیم رقیق و اسیدی می‌شوند. یک هیدرید فرار حاوی نمونه تولید شده و توسط یک گاز بی‌اثر به محفظه اتمیزاسیون منتقل می‌شود. در طول فرآیند اتمیزه کردن، نمونه با گرما به اتم‌ها آزاد می‌شود و نمونه از ترکیب هیدرید آزاد می‌شود. این کار را می‌توان در محیط شعله یا کوره انجام داد. ژنراتورهای هیدرید معمولاً برای تعیین فلزات سنگین و سایر عناصر از جمله سرب، آرسنیک، قلع، سلنیوم و بیسموت استفاده می‌شوند. این روش به دلیل افزایش حد تشخیص آن برای این عناصر مفید است.

اتمیزه کردن با بخار سرد فقط در تعیین جیوه استفاده می‌شود زیرا جیوه به خوبی در شعله یا کوره اتمیزه نمی‌شود. در این تکنیک، جیوه اسیدی شده و کاهش می‌یابد و سپس توسط جریان‌های از گاز بی‌اثر عبور می‌کند. سپس میزان جذب این گاز مشخص می‌شود.



سیستم فلورسانس اتمی بخار سرد

محدودیت های تشخیص

برای تشخیص اتمیزه شدن بخار سرد کمتر از یک قسمت در تریلیون است (1ppt)

انتخابگرهای طول موج

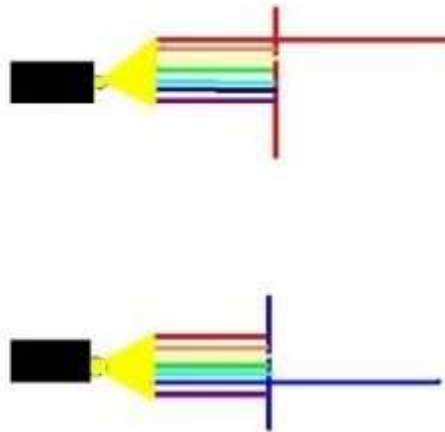
انتخابگرهای طول موج، تشعشع جذب شده توسط یک نمونه را به طول موج خاصی یا باند باریکی از طول موج‌ها محدود می‌کنند. حساسیت یک AAS زمانی بهبود می‌یابد که پهنای باند باریک باشد و قابلیت تشخیص زمانی که انتقال بالا باشد بهبود می‌یابد.

انواع مختلفی از انتخابگرهای طول موج وجود دارد. در اینجا فیلترها، مونوکروماتور گریپتینگ و مونوکروماتور منشوری را در نظر خواهیم گرفت.

فیلترها

فیلترها انتخابگرهای طول موج هستند که به پهنای باند باریک تشعشع اجازه عبور می دهند. آنها را می توان به چهار دسته اصلی تقسیم کرد: فیلترهای جذبی، فیلترهای قطع کننده، فیلترهای تداخلی و گوه های تداخلی.

فیلترهای جذبی

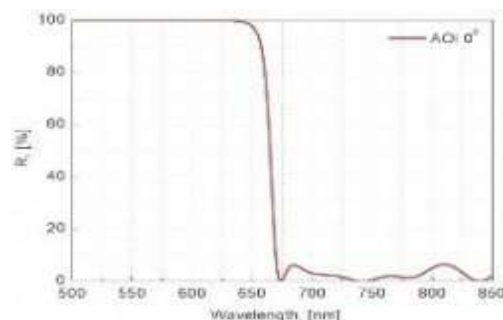


فیلترهای جذبی بیشتر تشعشعات چند رنگی را جذب می کنند و تنها یک باند خاص از طول موج را منتقل می کنند. آنها ارزان هستند و می توانند به سادگی شیشه های رنگی یا پلاستیکی باشند. تنها حدود ۱۰-۲۰ درصد از تشعشعات فرودی از طریق فیلتر جذبی منتقل می شود.

فیلترهای جذب فقط به طول موج های خاصی اجازه عبور می دهند.

فیلترهای قطع کننده

با فیلترهای قطع، انتقال تشعشع نزدیک به ۱۰۰٪ است. با این حال، این تنها برای یک باند خاص از طول موج ها به دست می آید و انتقال به سرعت در بقیه طیف به صفر کاهش می یابد.



طیف یک فیلتر قطع خاص

معمولا فیلترهای برش به عنوان انتخاب کننده طول موج استفاده نمی شوند بلکه در ترکیب با فیلترهای جذبی برای کاهش پهنای باند فیلتر جذب استفاده می شوند. تنها طول موج های رایج دو فیلتر منتقل می شود که پهنای باند بسیار باریک تری نسبت به فیلترهای جذبی به تنهایی به دست می آورد.

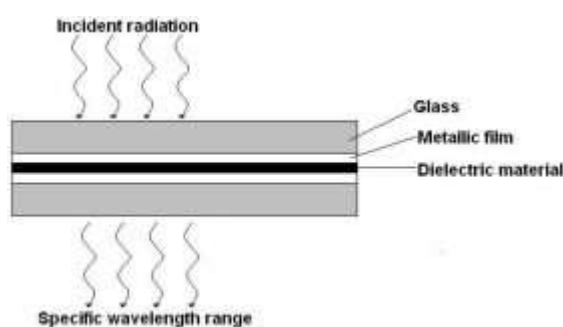
یک فیلتر جذب و یک فیلتر قطع که به صورت ترکیبی استفاده می شود، تنها طول موج های رایج خود را منتقل می کند.

فیلترهای تداخل

فیلترهای تداخل گاهی اوقات فیلترهای Fabry-Pero نامیده می شوند و به مفهوم تداخل موج وابسته هستند. این فیلترها برخی از طول موج های تابش را منعکس می کنند در حالی که برخی دیگر را ارسال می کنند.

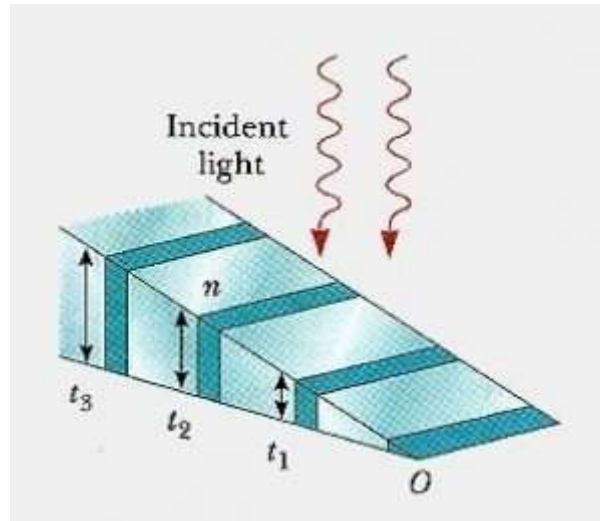
یک فیلتر تداخلی از یک دی الکتریک شفاف تشکیل شده است که بین دو لایه فلزی نیمه شفاف و سپس دو صفحه شیشه ای برای محافظت از فیلتر قرار گرفته است. ضخامت دی الکتریک و بازتاب لایه های فلزی به دقت انتخاب می شوند زیرا این عوامل طول موج های ارسالی را کنترل می کنند. تابش ارسالی پهنای باند بسیار باریکی خواهد داشت.

فیلترهای تداخلی فقط طول موج های خاصی را ارسال می کنند



گونه های تداخلی

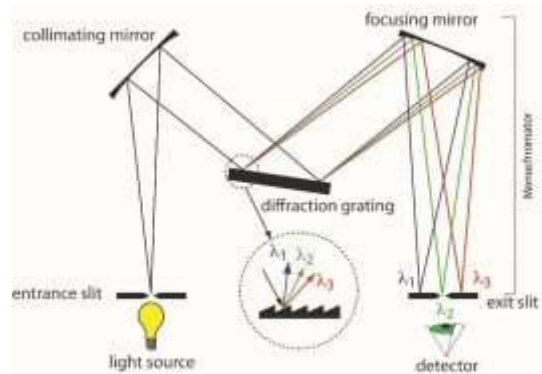
یک دی الکتریک گونه ای با ضخامت های مختلف می تواند طیف وسیعی از طول موج ها را بدون نیاز به تغییر فیلترهای تداخل در یک ابزار انتقال دهد. با انتخاب موقعیت صحیح بر روی گونه، می توان پهنای باند متغیر ~ 20 نانومتر را جدا کرد.



گوه تداخل

مونوکروماتور گریٹینگ

مونوکروماتور گریٹینگ ها در داخل محفظه های برخی از ابزارهای AAS قرار دارند و مسئول تولید نوارهای باریک تشعشع هستند. در اکثر تک رنگ گریٹینگ ها پنج جزء وجود دارد: شکاف ورودی، عدسی یا آینه موازی کننده، توری بازتابی، عنصر فوکوس و شکاف خروجی.

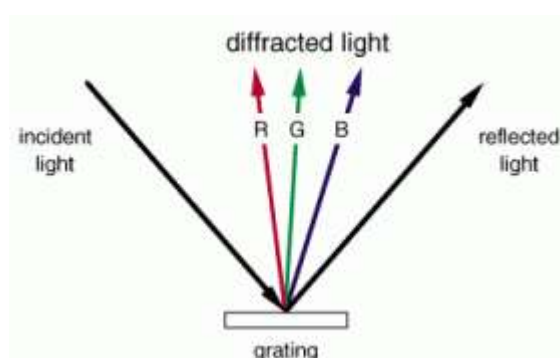


مونوکروماتور گریٹینگ پراش

هنگام در نظر گرفتن یک مونوکروماتور گریٹینگ، شکاف ورودی را به عنوان منبع تابش چند رنگی در نظر بگیرید. یک آینه موازی پرتوی موازی از تابش چند رنگی را به سمت یک توری منعکس می کند. گریٹینگ طول موج های جزء را به آینه ای که نوار باریکی از طول موج ها را روی یک شکاف خروجی متمرکز می کند، منعکس و پراکنده می کند. با چرخش مناسب گریٹینگ می توان طول موج های مختلف را در شکاف خروجی متمرکز کرد.

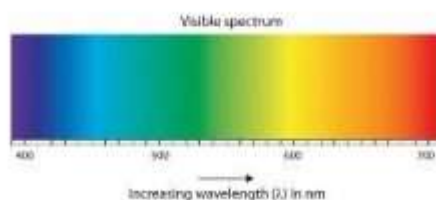
شکاف های یک تک رنگ در هنگام تعیین عملکرد یک ابزار خاص مورد توجه قرار می گیرند. در طراحی تک رنگ استاندارد، شکاف های ورودی و خروجی دارای عرض مساوی هستند. عرض شکاف ها باید تا حد امکان باریک باشد و در عین حال اجازه می دهد تا قدرت تابشی کافی به آشکارساز برسد. اگر شکاف ها بیش از حد گسترده باشند، طول موج های متعددی از آن عبور می کند و وضوح ضعیفی ایجاد می کند. اگر شکاف ها خیلی باریک باشند، قدرت تابشی که می تواند به آشکارساز برسد کاهش می یابد و تشخیص آن دشوار است. بنابراین، عرض شکاف یک سازش بین وضوح و قابلیت تشخیص است. اگرچه عرض شکاف باید به دقت تنظیم شود، برخی از ابزارها دارای یک عرض شکاف ثابت هستند که برای کاربردهای عمومی بهینه شده است.

گریٹینگ ها اشعه ماوراء بنفش، مرئی و مادون قرمز همسو شده را منعکس و پراکنده می کنند.



پراکندگی توانایی یک تک رنگ برای جداسازی طول موج های مختلف تابش همسو و چند رنگی است. تغییر در زاویه بازتاب با طول موج متفاوت است. به عبارت دیگر، تشعشعات چند رنگی به اجزای خود جدا می شوند زیرا هر طول موج تابش توسط توری با زاویه متفاوتی منعکس می شود.

یکی از مزایای عمده گریٹینگ ها روش یکنواختی است که تابش را به صورت خطی در امتداد صفحه کانونی پخش می کنند. شکل های زیر پراکندگی خطی در یک سیستم توری را نشان می دهد.



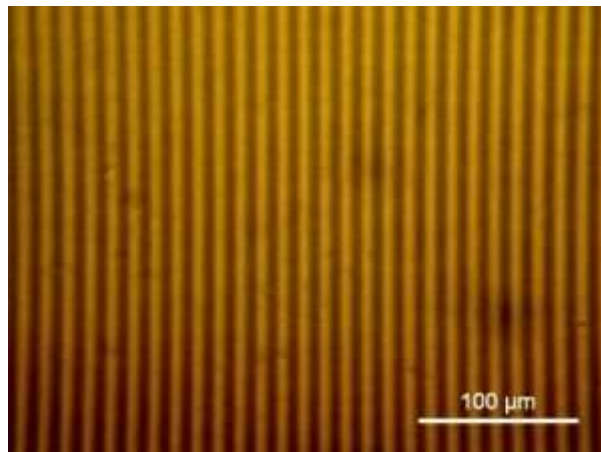
الگوی پراکندگی خطی

اگرچه پراکندگی خطی را می‌توان با استفاده از معادله زیر محاسبه کرد، اما در اینجا به مشتق‌گیری یا متغیرهای آن نمی‌پردازیم. فقط توجه داشته باشید که افزایش پراکندگی به معنای وضوح بهتر است و با کاهش فاصله بین شیارها یا افزایش فاصله کانونی، پراکندگی افزایش می‌یابد.

$$D = \frac{nf}{d}$$

D پراکندگی خطی است n. مرتبه پراش است f. فاصله کانونی است d. فاصله بین شیارها است

یک توری بازتابی شامل یک سطح سخت، صیقلی و صاف نوری است که حاوی شیارهای موازی و نزدیک به هم است که برای افزایش بازتاب با فلز پوشانده شده است. چگالی شیار می‌تواند از ۱۰ تا ۶۰۰۰ شیار در میلی‌متر باشد. به طور معمول، یک توری برای ناحیه ماوراء بنفش و مرئی تقریباً ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ شیار در میلی‌متر دارد در حالی که یک توری برای ناحیه مادون قرمز تقریباً ۱۰ تا ۲۰۰ شیار در میلی‌متر دارد.



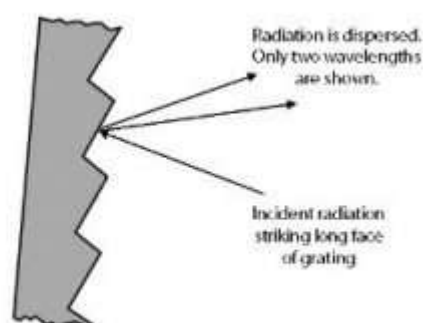
نمای نزدیک از شیارها در توری

دو نوع گریتینگ بازتابی معمولاً در ابزارهای طیف‌سنجی دیده می‌شود: توری‌های اسکلت و اکسل. تنوع در طراحی و ساخت آنها موجود است. به عنوان مثال، گریتینگ‌های مقعر نیاز به آینه‌ها و عدسی‌های موازی را حذف می‌کند که پیچیدگی و هزینه ابزار را کاهش می‌دهد. نسخه‌های

هولوگرافیک با ایجاد امکان تولید توری های بزرگ با افزایش تراکم خط، هزینه ساخت را کاهش می دهند و در عین حال وضوح را افزایش می دهند.

توری های اکسلت

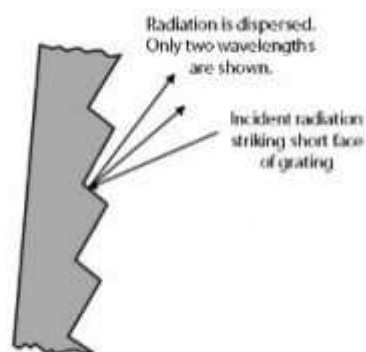
توری های اکسلت رایج ترین نوع گریتینگ مورد استفاده در ابزارهای طیف سنجی هستند. آنها ممکن است حاوی ۲۰۰۰-۳۰۰۰ شیار در میلی متر باشند، اما تراکم شیار متوسط حدود ۱۲۰۰-۱۴۰۰ شیار در میلی متر رایج ترین است. این نوع توری از صفحه بلند شیار برای پراکندگی خطی تشعشع استفاده می کند.



گریتینگ Echelete

اشل گریتینگ

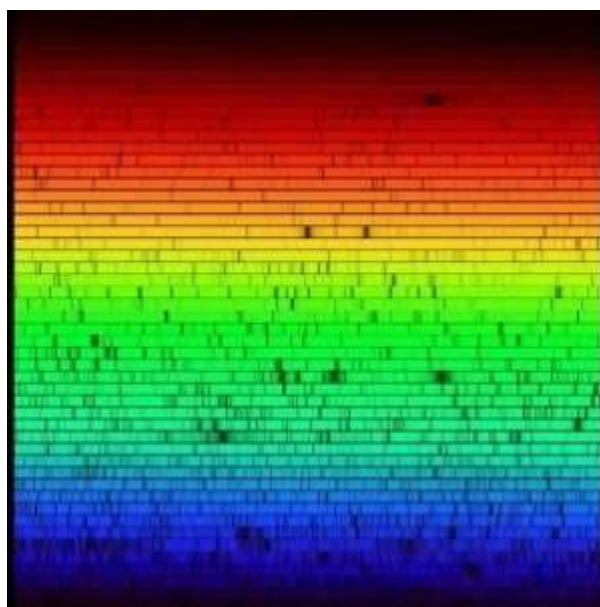
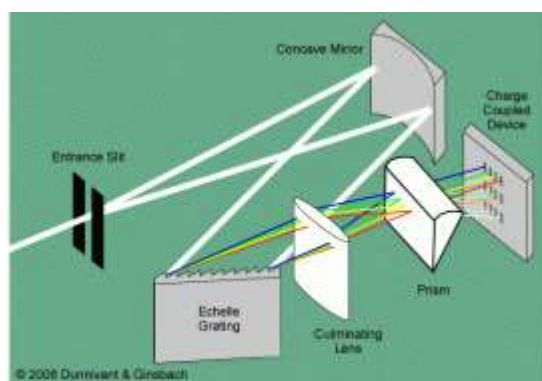
توری های اکسلت از صفحه کوتاه شیارها برای پراکندگی تابش استفاده می کنند. گرچه گریتینگ های اکسلت ممکن است فقط شامل ۸۰-۳۰۰ شیار در میلی متر باشند، گریتینگ های اکسلت به دلیل پراکندگی بسیار بالا شناخته شده اند. پراکندگی آنها به قدری زیاد است که باید از پراکندگی متقاطع استفاده شود



اشل گریٹینگ

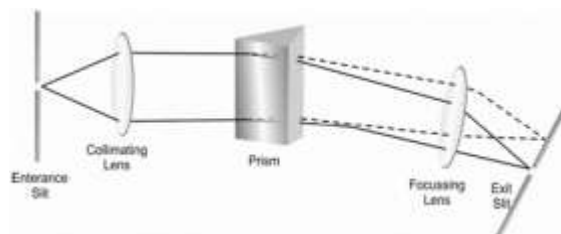
پراکندگی متقاطع با قرار دادن محور یک عنصر پراکنده دیگر در ۹۰ درجه نسبت به توری اکسل به دست می آید. ترکیب یک گریٹینگ اکسل و یک منشور (یا توری دیگر) را تک رنگ گردان می نامند. نتیجه یک طیف دو بعدی از خطوط عمودی کوتاه است که در امتداد ۵۰-۱۰۰ محور افقی قرار دارند. این ترکیب از عناصر وضوح و قدرت جمع آوری نور بسیار بیشتری را نسبت به تک رنگ های echellete فراهم می کند.

منشورها

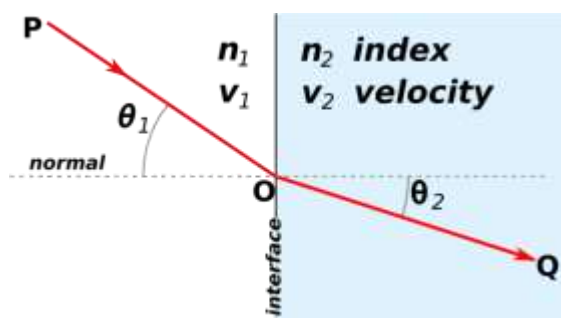


منشور مونوکروماتور

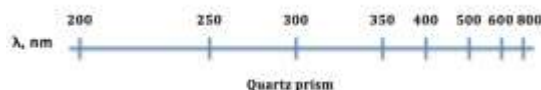
منشورها نور را در سطح دو سطح مشترک می شکند و پراکندگی زاویه‌ای ایجاد می کنند و می توانند برای پراکندگی پرتوهای فرابنفش، مرئی و فروسرخ استفاده شوند.



پرتوهای نور وقتی وارد منشور می شوند و خارج می شوند شکسته می شوند. همه اینها طبق قانون شکست اسنل اتفاق می افتد که بیان می کند. $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$



مزیت استفاده از منشورها طیف وسیع آنهاست که علیرغم پراکندگی کم آنها قابل دستیابی است. با این حال، منشورها از روش پراکندگی غیر خطی استفاده می کنند. این امر تمرکز یک طول موج مورد نظر را از طریق شکاف خروجی دشوار می کند. طول موج و پراکندگی یک رابطه معکوس دارند که در آن طول موج های کوتاهتر باعث افزایش پراکندگی می شوند. شکل زیر پراکندگی غیرخطی یک منشور را نشان می دهد.

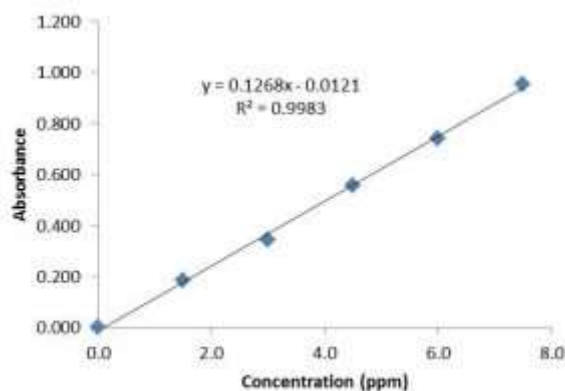


تصحیح پس زمینه

هنگام بدست آوردن طیف های جذبی، اغلب سیگنال های دیگری توسط آشکارساز از چیزهایی غیر از نمونه شناسایی می شود. متأسفانه، تداخل از مکان های مختلف اجتناب ناپذیر است و بر گونه های جذب کننده و تشعشعات رسیده به آشکارساز تأثیر می گذارد. در حالی که به این معنی نیست که طیف حاصل از طیف نمونه نیست، اما منجر به از دست دادن جزئیات طیفی می شود، مانند گسترش قله ها و قله ها در مکان هایی غیر از جایی که نمونه جذب می شود. این می تواند بر کار

کمی و کیفی تأثیر بگذارد. انحرافات طیفی ناشی از تداخل‌های پس‌زمینه می‌تواند در مواقعی قابل توجه و در برخی مواقع خفیف باشد، اما با استفاده مناسب از تکنیک‌های تصحیح پس‌زمینه، می‌توان این انحرافات را در عین افزایش سیگنال از آنالیت به حداقل رساند.

یکی از تکنیک‌هایی که باید برای هر تحلیل انجام شود، به دست آوردن سیگنال یک خالی است. ماده‌ای که به روشی مشابه آنالیت تهیه شده است، با این تفاوت که حاوی آنالیت نیست. می‌توانید ابزاری را که از آن استفاده می‌کنید کالیبره کنید تا برای سیگنال نقطه خالی روی سیگنال صفر تنظیم شود. شما همچنین می‌توانید سیگنال تولید شده توسط خالی را از تمام سیگنال‌های به دست آمده در طول تجزیه و تحلیل کم کنید و مقادیر "تصحیح" را ایجاد کنید. سپس مقادیر تصحیح شده را می‌توان برای دستکاری بیشتر داده‌ها مانند ایجاد منحنی‌های کالیبراسیون برای حل غلظت‌های ناشناخته استفاده کرد (در زیر نشان داده شده است). با کم کردن سیگنال خالی، از مقدار جذب، برخی از تداخل‌های حاصل از ماتریس محلول تصحیح می‌شود.



Concentration (ppm)	Absorbance	Corrected Absorbance (absorbance-blank absorbance)
0.0	0.003	0.000
1.5	0.187	0.184
3.0	0.347	0.344
4.5	0.560	0.557
6.0	0.743	0.740
7.5	0.958	0.955
unk	0.642	0.639

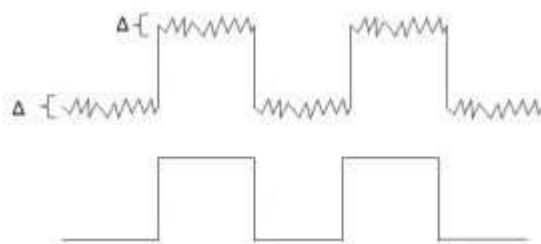
unknown concentration: $(0.639 + 0.0121) / 0.1268 = 5.13$

مثال: حل یک غلظت نامعلوم از آنالیت با استفاده از معادله رگرسیون خطی از منحنی کالیبراسیون تولید شده از استانداردهای شناخته شده

تنظیمات ابزاری را نیز می‌توان برای مقابله با اثرات ماتریس دستکاری کرد. تنظیم نسبت سوخت به اکسیدان در شعله‌های آتش، یا استفاده از یک اکسیدان متفاوت، می‌تواند تداخلات ماتریس خاصی را کاهش دهد. اگر احتراق ناقص باعث می‌شود که مواد آلی درون ماتریس سیگنال تولید

کنند، افزایش دمای شعله می تواند احتراق کامل را تضمین کند و اثرات مواد آلی را کاهش یا از بین ببرد.

راه دیگری برای فکر کردن در مورد تصحیح پس‌زمینه، گرفتن نوسان (Δ) یک قرائت خالی و نوسان خواندن سیگنال (Δ) است و سپس میانگین Δ بین این واریانس‌ها را برای از بین بردن نویز محاسبه می‌کند. برای افزایش وضوح هر دو نقطه خالی و سیگنال، آنالیت باید چندین بار از دستگاه عبور داده شود تا خوانش‌های بیشتری بدست آید. خوانش بیشتر، به معنای مقادیر بیشتر برای میانگین‌گیری است و منجر به طیف جذب واضح‌تر می‌شود.

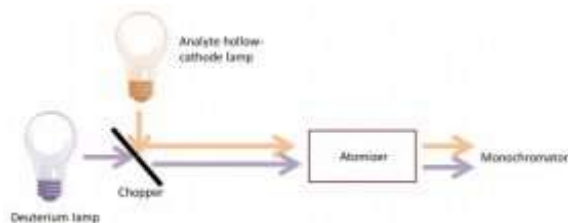


تصحیح پس‌زمینه: این نمودار مزایای استفاده از تصحیح پس‌زمینه را با گرفتن میانگین نقاط داده از نویز و ایجاد نمودار خطی تمیز برای تحلیل آسان‌تر نشان می‌دهد.

منبع پیوسته

در این روش تصحیح پس‌زمینه، سیگنال منبع پیوسته، مانند لامپ دوتریوم، از سیگنال منبع خطی، مانند لامپ هالوکاتد آنالیت کم می‌شود. یک چاپر تابش عبوری از ابزار را بین زنجیره دوتریوم و منبع آنالیت متناوب می‌کند.

سیگنال منبع پیوسته زمانی را نشان می‌دهد که تابش توسط چیزی غیر از آنالیت ضعیف می‌شود. هنگامی که منبع پیوسته از اتمی ساز عبور می‌کند، اتم‌های مورد نظر فقط طول موج رزونانس را جذب می‌کنند. از آنجایی که این کسری بسیار کوچک از تابش کل است، تأثیر آنالیت بر سیگنال پیوسته ناچیز است. جدای از آنالیت، منبع پیوسته را می‌توان با پراکندگی یا جذب پهنای باند تضعیف کرد. با کم کردن سیگنال منبع پیوسته از منبع خط آنالیت، سیگنال آنالیتی به وجود می‌آید که برای این تضعیف‌ها تصحیح می‌شود. نسبت سیگنال به نویز اغلب با افزودن منبع دیگری کاهش می‌یابد، زیرا نمی‌تواند پس‌زمینه خاص برهمکنش تشعشع فرودی با سیستم را تصحیح کند. همچنین در محدوده طول موج خود محدود است، زیرا دوتریوم یک منبع فرابنفش است.



در این ابزار تصحیح پس‌زمینه منبع دوتریوم، یک چاپر بین منابع جایگزین می‌شود

هم پرتوی از لامپ دوتریوم و هم پرتوی از لامپ هالوکاتی‌دی به چاپر برخورد می‌کند که دائماً در حال چرخش است. این باعث تولید پالس‌های متناوب تابش از منبع دوتریوم و لامپ هالوکاتی‌دی می‌شود. هنگامی که پرتو لامپ دوتریوم از دستگاه اتمایزر عبور می‌کند و پرتو لامپ هالوکاتی‌دی از آینه منعکس می‌شود. برعکس، هنگامی که پرتو هالوکاتی‌دی از اتمساز عبور می‌کند، پرتو لامپ دوتریوم از آینه منعکس می‌شود.

اثر زمین

در ابزار اثر زمین، یک میدان مغناطیسی به اتم‌ها اعمال می‌شود و سطوح انرژی الکترونیکی را تقسیم می‌کند. این باعث می‌شود خطوط جذبی متعددی وجود داشته باشد و مجموع این خطوط جذبی برابر با خط اصلی تشکیل دهنده آنها است. در آن، خط جذب به دو جزء تقسیم می‌شود: جزء π که در طول موج اصلی وجود دارد و جزء سیگما که هم منفی و هم مثبت جابه‌جا می‌شود به طوری که دو خط جذب وجود دارد. یکی در سمت راست خط پی و دیگری در سمت چپ خط پی قرار دارد.

جذب توسط خطوط پی و سیگما مربوط به اجزای مختلف نور پلاریزه است. امواج نور قطبی شده امواج نوری هستند که در آن ارتعاشات در همان صفحه رخ می‌دهد.

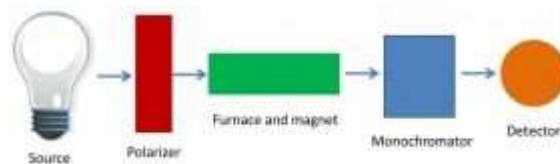
خطوط π مربوط به تابشی است که موازی با میدان مغناطیسی قطبی شده است، در حالی که خطوط σ مربوط به تابش قطبی شده عمود بر میدان است.

در یک سیستم تصحیح DC Zeeman، تشعشع از یک لامپ کاتد مقدس از طریق یک قطبش‌کننده چرخان به کوره‌ای می‌گذرد که توسط یک آهنربای دائمی احاطه شده است. هنگامی که تابش HCL از قطبی‌کننده دوار عبور می‌کند دو شکل نور پلاریزه تولید می‌شود: نوری که موازی با میدان قطبی شده است و نوری که عمود بر میدان قطبی شده است. وقتی نور به موازات میدان قطبی می‌شود، هم جذب اتمی و هم جذب پس‌زمینه اتفاق می‌افتد و وقتی نور عمود بر

میدان قطبی می شود، فقط جذب پس زمینه اتفاق می افتد. سیگنال جذب پس زمینه از پس زمینه ترکیبی و سیگنال جذب اتمی کم می شود تا سیگنال جذب اتمی خالص به دست آید.

در یک سیستم تصحیح AC Zeeman، یک پلاریزه ثابت در جلوی منبع و یک آهنربای الکتریکی در اطراف کوره وجود دارد. وقتی میدان مغناطیسی خاموش است، هم جذب اتمی و هم جذب پس زمینه اتفاق می افتد. وقتی میدان مغناطیسی روشن است، فقط جذب پس زمینه اتفاق می افتد. مجدداً، سیگنال پس زمینه از سیگنال ترکیبی اتمی و پس زمینه کم می شود تا یک سیگنال جذب اتمی خالص به دست آید.

افکت زیمن بر اکثر اشکال دیگر تصحیح پس زمینه ترجیح داده می شود، زیرا تمایل دارد دقیق تر باشد. سیستم های AC Zeeman نسبت به سیستم های DC Zeeman گران تر هستند، اما حساس تر هستند و محدوده کاری خطی بزرگتری دارند.



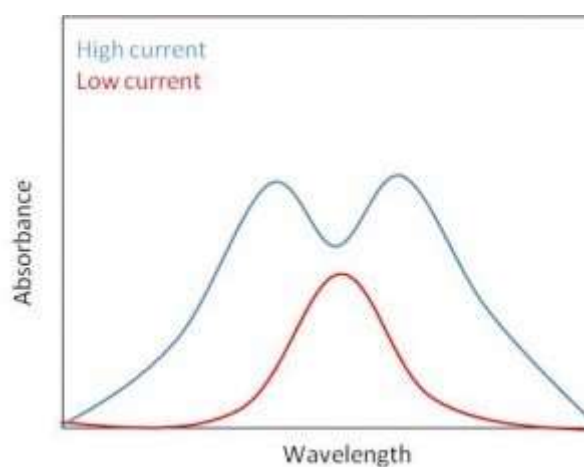
برای سیستم های تصحیح DC Zeeman، پلاریزه کننده می چرخد تا نور پلاریزه ای تولید کند که هم موازی و هم عمود بر میدان مغناطیسی تولید شده توسط یک آهنربای دائمی در اطراف کوره است. در سیستم های تصحیح AC Zeeman، پلاریزه ثابت است و یک آهنربای الکتریکی در اطراف کوره وجود دارد.

تصحیح دو خطی

در اصلاحات دو خطی، یک خط مرجع از منبع برای اندازه گیری اثرات پس زمینه از ماتریس نمونه استفاده می شود. حتی اگر لامپ های هالوکاتیدی مختص یک عنصر مورد علاقه هستند، همچنان خطوط انتشار متعددی تولید می کند. برخی از این خطوط انتشار خطوط تشدید برای عنصر مورد نظر هستند، اما خطوط غیررزونانسی نیز وجود دارند. یکی از خطوط غیررزونانسی می تواند به عنوان خط مرجع استفاده شود. چنین خطوطی می تواند از انتشار گازی مانند نئون در کاتد ایجاد شود. خط غیر رزونانس نزدیک به خط نمونه قرار می گیرد، اما جذب نمونه نمی شود. سپس هر اندازه گیری جذب از این منبع برای تصحیح جذب نمونه استفاده می شود.

منبع خود معکوس

این روش تصحیح پس‌زمینه که به آن تصحیح پس‌زمینه اسمیت-هیفتز نیز می‌گویند، شامل تناوب عملکرد جریان کم و زیاد تابش منبع لامپ هالوکاتی است. هنگامی که جریان کم کار می‌کند، جذب کل به دست می‌آید که شامل جذب اتم‌های مورد نظر و هر چیز دیگری در نمونه (ماتریس) می‌شود. در طول عملیات جریان بالا، مقدار زیادی اتم تحریک نشده تولید می‌شود که تابش تولید شده از گونه‌های برانگیخته را جذب می‌کند. تولید اتم‌های آزاد همچنین خطوط انتشار گسترده‌ای را در نتیجه اثر داپلر ایجاد می‌کند. در نتیجه، خطوط انتشار کمی بالاتر و کمی کمتر از طول موج رزونانس جذب شده توسط اتم‌های آزاد هستند (سیگنال جریان بالای آبی را در زیر ببینید).



نمودار جذب جریان بالا و جریان کم در یک منبع خود معکوس

آشکارسازها (دکتور)

آشکارساز می‌تواند یک وسیله مکانیکی، شیمیایی یا الکتریکی باشد که تغییر یک متغیر را در محیط آن اندازه‌گیری می‌کند. در طیف‌سنجی جذب اتمی، مقدار تشعشعی که از یک نمونه می‌گذرد اندازه‌گیری می‌شود و به‌طور کمی با عبور توصیف می‌شود. همانطور که نور از یک نمونه عبور می‌کند، با جذب آنالیت در نمونه، توان کاهش می‌یابد. انتقال، T ، نسبت توان تابش منبع خروجی از نمونه، P ، به توان تابش منبع ورودی به نمونه، P_0 است.

$$P/P_0=T$$

گذردهی را می توان به صورت درصد، $T\%$ ، زمانی که T در 100 ضرب می شود، توصیف کرد. درصد عبوری بزرگ (نزدیک به 100%) به عنوان جذب آنالیت کم مشخص می شود، در حالی که، درصد عبوری پایین (نزدیک به 0%) مشخصه بالا جذب آنالیت است.

$$A = -\log T$$

جذب، A ، همچنین می تواند برای توصیف تضعیف تابش الکترومغناطیسی در هنگام عبور از یک نمونه استفاده شود. جذب یک واحد اندازه گیری رایج تر برای AAS به دلیل خطی بودن آن نسبت به غلظت آنالیت با توجه به قانون بیر است.

فتودیود

فتودیود یک فوتوالکترونیک است که یک سیگنال الکتریکی یا جریان ا تولید می کند که از جذب فوتون ها حاصل می شود. فتودیودها از یک اتصال pn بایاس معکوس تشکیل شده اند تا توان تشعشعی را که به مبدل می رسد به جریانی متناسب تبدیل کنند.

PN Junction

اتصال pn از دو نوع ماده نیمه رسانا نوع p و نوع n تشکیل شده است. هم مواد نوع p و هم مواد n حاوی کریستال سیلیکون هستند که یک نیمه هادی معروف و پرکاربرد است. در یک کریستال سیلیکون، هر اتم سیلیکون توسط چهار الکترون به اتم همسایه خود پیوند می زند و پیوندهای کووالانسی ایجاد می کند.

برای تمایز مواد نوع p از مواد نوع n، کریستال سیلیکون در فرآیندی به نام دوپینگ تغییر می یابد. در طی فرآیند دوپینگ، اتم های ناخالص به کریستال سیلیکون نیمه هادی وارد می شوند. ناحیه نوع p با اتم های بور که فقط سه الکترون ظرفیت دارند دوپ شده است. این باعث تشکیل "حفره های الکترونی" در شبکه سیلیکونی مواد نوع p می شود. ناحیه نوع n با اتم های فسفر، که دارای یک الکترون ظرفیت اضافی هستند، در مجموع پنج الکترون ظرفیتی دوپ شده است. این منجر به یک الکترون اضافی عاری از پیوندهای کووالانسی در شبکه سیلیکونی می شود. این الکترون های آزاد متحرک در مواد نوع n به حفره های الکترونی در مواد نوع p منتشر می شوند و باعث می شوند اتم با حفره های تازه پر شده دارای بار مثبت باشد. همچنین، سوراخ های الکترونی متحرک به الکترون های موجود در مواد نوع n منتشر می شوند. اتم را دارای بار منفی می کند این تشکیل یون های با بار منفی و مثبت، ناحیه ای را ایجاد می کند که حامل های بار متحرک نیست که به عنوان منطقه تخلیه شناخته می شود. منطقه تخلیه حاوی یک اختلاف پتانسیل است که وقتی به اندازه کافی بزرگ شد، از انتشار بیشتر حامل های بار جلوگیری می کند. این منجر به کاهش رسانایی منطقه تخلیه به نزدیک به صفر می شود. هنگامی که تشعشع در سراسر دیود اعمال می

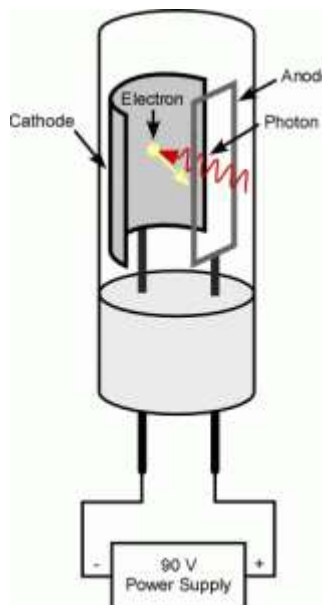
شود، حفره ها و الکترون ها در ناحیه تخلیه تشکیل می شوند که از طریق دستگاه جاروب می شوند تا جریانی متناسب با توان تابشی تولید کنند. از انتشار بیشتر حامل های بار جلوگیری می کند. این منجر به کاهش رسانایی منطقه تخلیه به نزدیک به صفر می شود. هنگامی که تشعشع در سراسر دیود اعمال می شود، حفره ها و الکترون ها در ناحیه تخلیه تشکیل می شوند که از طریق دستگاه جاروب می شوند تا جریانی متناسب با توان تابشی تولید کنند. از انتشار بیشتر حامل های بار جلوگیری می کند. این منجر به کاهش رسانایی منطقه تخلیه به نزدیک به صفر می شود. هنگامی که تشعشع در سراسر دیود اعمال می شود، حفره ها و الکترون ها در ناحیه تخلیه تشکیل می شوند که از طریق دستگاه جاروب می شوند تا جریانی متناسب با توان تابشی تولید کنند.

فتودیودها به ولتاژ بسیار کم نیاز دارند و به راحتی می توان از آنها در ابزارهای قابل حمل با باتری استفاده کرد. فتودیودها نسبت به لوله های فتو ضرب کننده حساسیت کمتری دارند و دامنه طیفی از حدود ۱۹۰ نانومتر تا ۱۱۰۰ نانومتر دارند.

آرایه فتودیود

در یک آرایه فتودیود (PDA)، عناصر حساس به نور فردی به نام دیودهای نوری وجود دارد (که در زیر دیود نوری توضیح داده شده است). فتودیودهای جداگانه بخشی از یک مدار مجتمع بسیار بزرگتر بر روی یک تراشه سیلیکونی بزرگتر از یک فتودیود منفرد هستند PDA. ها مبدل های یک بعدی هستند که در آن عناصر حساس به نور در کنار هم روی صفحه مبدل قرار گرفته اند.

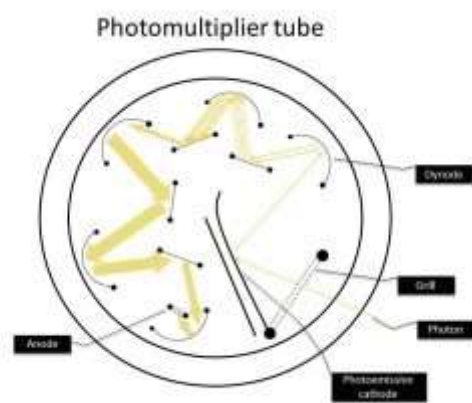
تیوب فتومولتی پلایر



فتوتوب سنتی

برای اندازه‌گیری توان تابشی کم از یک لوله فوتومولتی‌پلایر (PMT) استفاده می‌شود. شماتیک یک PMT شبیه به یک لوله نوری سنتی است. در یک فوتوتوب سنتی دو الکتروود، یک آند و یک کاتد وجود دارد. هنگامی که ولتاژ به الکتروودها اعمال می‌شود، فوتون‌ها به کاتد برخورد کرده و الکترون تولید می‌کنند. الکترون‌ها به سمت آند جریان می‌یابند. آند یک جریان نوری تولید می‌کند که قابل اندازه‌گیری است. نمودار یک لوله نوری سنتی در سمت راست نشان داده شده است.

با این حال، یک PMT حاوی الکتروودهای اضافی به نام داینود است. در مجموع ۹ داینود وجود دارد و هر داینود از داینود قبلی مثبت‌تر است. این با داینود D1 شروع می‌شود که ۹۰ ولت مثبت‌تر از کاتد است. به دلیل افزایش بار مثبت، الکترون‌ها به سمت داینودها شتاب می‌گیرند. پس از عبور از هر ۹ داینود، ۱۰۶ تا ۱۰۷ الکترون برای هر فوتون تشکیل شده است. الکترون‌ها در آند جمع می‌شوند و در آنجا به شکل جریان جمع می‌شوند. این جریان سپس به یک ولتاژ تبدیل می‌شود و اندازه‌گیری می‌شود. یکی از محدودیت‌های PMT‌ها قدرت منبع تابش است. اگر منبع خیلی شدید باشد، نور باعث آسیب غیر قابل برگشت به سطح فوتوالکتریک می‌شود. به همین دلیل، PMT‌ها به اندازه‌گیری منابع تشعشع کم توان محدود می‌شوند. برای جلوگیری از آسیب ناشی از تشعشعات شدید، PMT‌ها در یک محفظه محفوظ از نور ذخیره می‌شوند. محدودیت اصلی حساسیت مرتبط با PMT‌ها جریان‌های تاریک حرارتی است که منجر به نویز پس‌زمینه می‌شود. جریان‌های تاریک معمولاً از انتشار حرارتی ناشی می‌شوند. برای کاهش انتشار حرارتی، می‌توان مبدل را تا -30°C درجه سانتیگراد خنک کرد. این را می‌توان با گردش یک خنک‌کننده در اطراف PMT به دست آورد. با تنظیم و مراقبت مناسب، PMT‌ها می‌توانند برای تشخیص فوتون‌های منفرد در کاتد استفاده شوند.



نمودار یک تیوب فوتومولتی‌پلایر

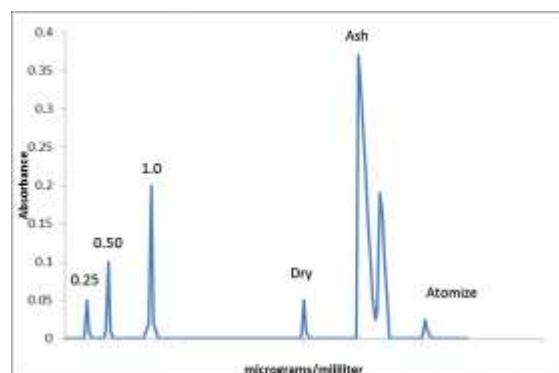
پردازش / نمایش

برای اینکه بتواند سیگنال را بخواند، سیستم به نوعی نمایشگر نیاز دارد که بتواند اطلاعاتی را که دکتور ارسال می کند پردازش کند. این امر از طریق یک جزء الکترونیکی به دست می آید که اطلاعات را در قالبی نمایش می دهد که محقق بتواند به طور موثر از آن استفاده کند. داده های جمع آوری شده توسط دستگاه مبتنی بر آنالوگ است و باید به فرمت دیجیتال برای نمایش تبدیل شود. این امر توسط مبدل انجام می شود. مبدل انرژی دیجیتال را به پردازنده که امکان پردازش زمان ها، فرکانس ها و حوزه های سیگنال مجزا را فراهم می کند. این سیگنال در دنباله ای از اعداد یا نمادها قرار می گیرد که می تواند در یک بازخوانی نمایش داده شود.

انواع مختلفی از دستگاه های خواندن در ابزارهای مدرن استفاده می شود. این دستگاه ها شامل مترهای دیجیتال، ضبط کننده ها، لوله های پرتو کاتدی، پانل های LCD و نمایشگرهای کامپیوتر می باشد.

این تصویر نمونه ای از اینکه یک بازخوانی از سیگنال پردازش شده چگونه خواهد بود را نشان می دهد. خروجی مورد انتظار برای تعیین سرب است.

برای جمع آوری داده ها از اسپکتروفتومتر با اتومایزر الکتروترمال استفاده شد. سه پیک اول مربوط به استانداردها به ترتیب با غلظت ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۱/۰ میکروگرم در میلی لیتر است. پیک نمونه ها سه مورد آخر است، اولین پیک، (نزدیک ترین نقطه به استانداردها) جذب خشک، بلندترین قله خاکستر و اوج انتهایی زمانی است که نمونه اتمیزه می شود.



جهت دریافت مشاوره و قیمت روز دستگاه های جذب اتمی با بخش فروش **شرکت شناسا پرتو ژن تماس** حاصل فرمایید

تماس: 02122277131-02122919474-02175311

همراه: 09199060602

فکس: 02122919474

ایمیل: sales1.vtk@gmail.com

وبسایت: www.partogene.com