

طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP)



اسپکترومتری نشری پلاسمای جفت شده القایی-ICP (OES) یکی از مهمترین روش‌های دستگاهی آنالیز عنصری است. از این روش می‌توان برای اندازه‌گیری حدود ۷۰ عنصر از جدول تناوبی با حدود تشخیص در حد ppb در نمونه‌های مختلفی مانند نمونه‌های خاک، آب، فلزات، سرامیک‌ها و نمونه‌های آلی استفاده کرد. اساس این روش برانگیختگی الکترون‌های عناصر مختلف در محیطی به نام پلاسما و نشر نور

بعد از حالت آسایش الکترونی است و به دلیل تطبیق‌پذیری و تکرارپذیری، می‌توان نتایجی با دقت و صحت بالا به دست آورد. این روش در مقایسه با روشهای دیگر، روشی حساس تر، با حد تشخیص بهتر و تکرارپذیری بالاتر است. از تلفیق این روش با طیف سنج جرمی (MS) می‌توان برای افزایش قابلیت‌های این روش استفاده کرد. پلاسمای جفت شده القایی، از جمله روشهای طیف سنجی نشری (Emission) است که اتم سازی در آن به کمک پلاسمای تولید شده توسط یک گاز بی اثر که عمدتاً آرگون (Ar) است صورت می‌پذیرد. از این روش برای آنالیز عنصری (Elemental Analysis) بیشتر عناصر بجز آرگون (گاز بی اثر) استفاده می‌شود.

پلاسما



پلاسما، مجموعه‌ای از الکترون‌ها و یونهای مثبت گاز آرگون دارای انرژی بالا و دمایی در حدود ۱۰۰۰۰ درجه کلوین است. این محیط بوسیله امواج رادیویی با توان بالا ایجاد می‌شود. با تولید میدان امواج رادیویی، الکترون‌ها و یونهای پلاسما در مسیرهای مدور و خلاف جهت هم با شتاب خیلی بالا به حرکت در می‌آیند و اصطکاک ناشی از این برخورد تولید گرما (پلاسما) می‌کند.

اتمهای خنثی آرگون در درون پلاسما در اثر برخورد با ذرات باردار در حال حرکت، یونیزه شده و بدین ترتیب بقای پلاسما ادامه

می‌یابد. به دلیل بالا بودن غلظت این دو جزء (کاتیون و الکترون) در کل بار کلی پلاسما تقریباً صفر است. پلاسما دارای یک محیط بسیار تمیز بوده و به دلیل وجود الکترون فراوان در این محیط از پدیده های یونش نیز جلوگیری می‌کند.

همچنین به دلیل وجود برش های مقطعی عرضی که دارای دمای یکسان می باشد پدیده خود جذبی نیز به حداقل ممکن رسیده و خطا آن کاهش می‌یابد.

نبولایزر *Nebulization*: برای محلول ها از یک مه پاش برای تبدیل جریان مایع به Aerosol شامل ذرات با قطر ۱ تا ۱۰ میکرومتر استفاده می شود. تزریق مستقیم مایع به درون پلاسما یا باعث خاموش شدن پلاسما می شود یا موجب می شود که اتم ها بصورت مناسبی حل نشوند که این سبب کاهش کارایی در برانگیختگی و نشر خواهد شد. نبولایزرها دارای انواع مختلفی می باشند که بسته به نوع نمونه ها آلی یا آبی و دوغابی نوع نبولایزر انتخاب می شود.

مشعل *Torch*: محل قرارگیری مشعل در مرکز یک سیم پیچ با فرکانس رادیویی است. یک سیم پیچ تسلا، گاز آرگون را یونیزه می کند و الکترون های آزاد توسط یک میدان با فرکانس رادیویی ۲۷ مگاهرتز شتاب داده می شوند. تصادم بین الکترون های شتاب داده شده و گاز آرگون تشکیل یک پلاسما با دمای بالا می دهد. محل تشکیل پلاسما می باشد. ICP در محدوده ۱ تا ۵ کیلووات عمل می کند. برای اینکه فرکانس رادیویی بتواند با حداقل مقاومت در سطح سیم پیچ منتقل شود، سطح سیم پیچ با طلا یا نقره پوشیده شده است. طلا و نقره در تماس با هوا، اکسیدهای فلزی تشکیل نمی دهند.

آشکارساز *Detector*: سه ابزار متفاوت برای تجزیه نور استفاده می شود. Grating ، منشور و تداخل سنج مایکلسون. همچنین سه نوع اصلی آشکارسازها عبارتند از:

(PMTs) Photomultiplier Tubes

(PDAs) Photodiode arrays

(CCDs) Charge Coupled Devices

این ابزارهای تجزیه و شناسایی نور معمولاً ترکیب و ادغام شده که هر یک بازده و قابلیت کاربرد متفاوتی خواهند داشت.

موارد کاربرد

تکنیک آنالیز به وسیله تجهیز ICP در آنالیز مواد

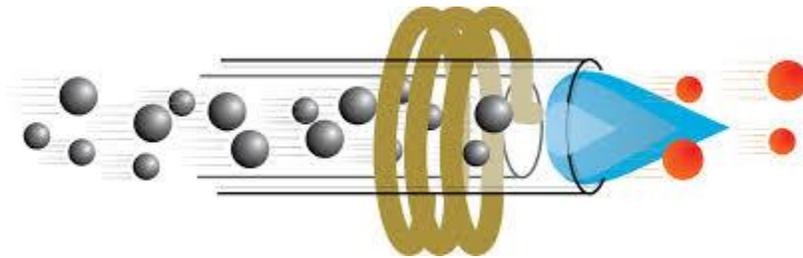
✚ طبیعی از جمله سنگها، کانی ها، رسوبات، آب، هوا، گیاه

✚ در ژئوشیمی محض و کاربردی، کانی شناسی، باستان شناسی، کشاورزی، بوم شناسی شیمیایی

- ✚ در علوم پزشکی و دامپزشکی، آنالیز عناصر خون و بافت های حیوانی و انسانی
- ✚ در علوم صنایع غذایی، آنالیز عناصر معدنی موجود در انواع مواد غذایی
- ✚ در علوم کشاورزی، آنالیز مکمل ها و خوراک های دامی و طیوری، آنالیز آب و خاک

فرآیند آنالیز

هدف اصلی طیف سنجی اتمی تجزیه ای، شناسایی عناصر و تعیین مقادیر آنها در محیط های مختلف است. روش کار شامل سه مرحله کلی است: تشکیل اتم، برانگیختگی و نشر. پیش از برانگیختگی، یک عنصر که در



ماتریکس مشخص قرار دارد بایستی از ماتریکس جدا شود تا طیف نشری اتمی اش به دور از تداخلات و مزاحمت ها باشد. برای طیف سنجی ماورای بنفش و مرئی بایستی انرژی ورودی به اندازه ای باشد که بتواند الکترون را از حالت پایه به حالت برانگیخته برساند. همین که الکترون در حالت برانگیخته قرار گرفت، بدلیل ناپایداری، اتم به سرعت به حالت پایه برگشته و نوری منتشر می کند که طول موجی ویژه آن عنصر خاص دارد.

مزایا

✓ یکی از مزایای مهم این روش تکرار پذیری بالا و نیز امکان اندازه گیری همزمان چند عنصر با هم می باشد. که در سایر تجهیزات آنالیز عنصری سابق مانند جذب اتمی امکان آنالیز چند عنصر به صورت همزمان فراهم نبود و مدت زمان آنالیز طولانی را به دنبال داشت.



✓ این روش در مقایسه با روش های دیگر، روشی حساس تر، با حد تشخیص بهتر و تکرار پذیری بالاتر به خاطر دمای

ثابت محیط آزمایش است. از این روش می توان برای تعیین مقدار بیشتر عناصر (بجز آرگون) در حد ذره در میلیون یا حتی در میلیارد استفاده کرد.

✓ چون در این روش الکترودها کاملاً خارج از منطقه تحریک اتم‌ها هستند احتمال مزاحمت‌های شیمیایی در آن بسیار پایین است. زیرا محیط شیمیایی خنثی و بدون اکسیداسیون است. در نتیجه، زمان ماندگاری بالا و حساسیت اندازه‌گیری نیز بیشتر می‌شود .

معایب

✓ تنها عیب این روش آنالیز میزان مصرف بالای گاز آرگون آن بوده که در مدل‌های جدید این دستگاه‌ها این میزان مصرف با راهکارهایی از سوی تولیدکنندگان تا حد زیادی کاهش یافته است.