



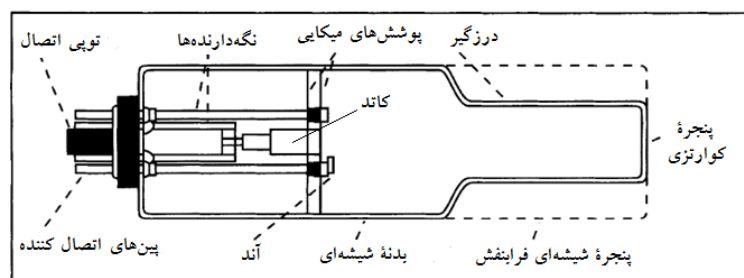
منابع تابش در طیف‌سنجی جذب اتمی

در طیف‌سنجی جذب اتمی (AAS) و طیف‌سنجی فلورسانس اتمی (AFS)، منبع تابش خارجی مورد نیاز است. در عمل، منابع تابش یکسانی در هردو روش استفاده شود. ولی، در AFS شدت منبع باید بسیار زیاد باشد، تا در اندازه‌گیری، حساسیت خوبی حاصل شود. لذا، گاهی اوقات منابع مختلفی در AFS استفاده می‌شود.

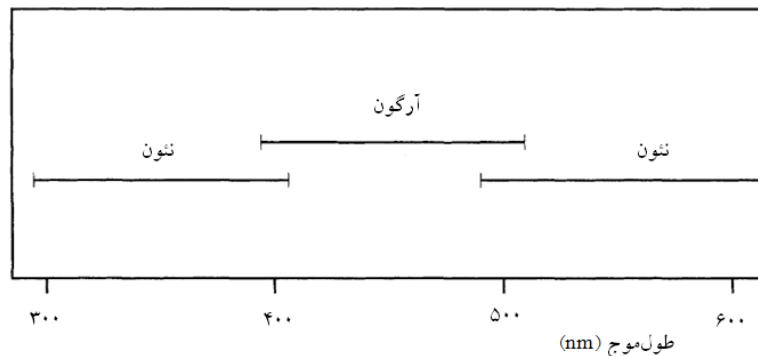
لامپ با کاتد توخالی

در روش AAS، رایج‌ترین منابع مورد استفاده، لامپ‌های با کاتد توخالی (HCLs) هستند. این لامپ‌ها شامل یک استوانه شیشه‌ای، یک آند و یک کاتد هستند (شکل ۱). کاتد به شکل استوانه با قطر ۳ الی ۵ میلی‌متر است، که یا از عنصر آنالیت ساخته شده یا با آن پُر می‌شود. آند به شکل سیم نازکی است و معمولاً از جنس تنگستن، نیکل، تالیم یا زیرکونیم ساخته می‌شود. لوله شیشه‌ای ابتدا خلاء شده و سپس با گاز بی‌اثر (آرگون یا نئون) با فشار حدود $1/3 \text{ kPa}$ - $0/5$ پُر می‌شود. انتخاب گاز بی‌اثر برای پُر کردن لامپ به دو عامل بستگی دارد. اولاً خطوط نشری این گاز نباید با خطوط رزونانسی عنصر آنالیت همپوشانی داشته باشد. ناحیه‌های نشر اصلی گازهای نئون و آرگون در شکل (۲)، نشان داده شده است.

گاز پُر شده درون HCL می‌تواند به سهولت از رنگ باریکه ساطع شده از آن (برای آرگون آبی و برای نئون نارنجی)، تشخیص داده شود. دوماً، پتانسیل‌های یونش نسبی گاز بی‌اثر و فلز کاتد باید به حساب آورده شود. پتانسیل یونش نئون نسبت به آرگون بیشتر است. بنابراین، در لامپ فلزاتی که پتانسیل یونش زیادی دارند، از گاز نئون استفاده می‌شود. انرژی جنبشی یون‌های برخورد کننده به سطح کاتد باید بیشتر از انرژی پیوندهای فلزی باشد. شدت تابش ساطع شده از لامپ با افزایش جریان اعمال شده به آن افزایش می‌یابد. این موضوع، تعداد اتم‌های فلزی برانگیخته با یون‌های گازی در فاز گاز را افزایش می‌دهد.



شکل ۱. ساختار یک لامپ با کاتد توخالی (HCL) جدید.



شکل ۲. ناحیه‌های نشر اصلی آرگون و نئون.

در مورد فلزاتی که به سهولت تبخیر می‌شوند، افزایش جریان لامپ و در نتیجه بیشتر شدن دمای آن باعث افزایش تبخیر ماده کاتد شده، که تعداد برخوردها با ذرات خنثی و باردار افزایش می‌یابد. در نتیجه، پهن‌شدگی (از نوع داپلری) خط نشری مشاهده می‌شود. ابر اتم‌های فلزی خنثی در حالت پایه در کاتد می‌تواند تابش را جذب کرده و باعث تخریب نیم‌رخ نشر شود. این پدیده خودجذبی نامیده می‌شود. در وضعیت بیشترین احتمال جذب، مقدار کمینه‌ای در خط نشری وجود دارد. نیم‌رخ خط نشری را می‌توان با تنظیم جریان اعمال شده به لامپ بهینه کرد. طول عمر لامپ‌های با کاتد توخالی به مصرف گاز پُر شده درون آن و به خلوص ماده سازنده کاتد بستگی دارد. گاز پُر کنند جذب خواهد شد و روی فلز ته‌نشین شده بر دیواره لامپ جذب سطحی می‌شود. کاهش گاز پُر کننده به جریان الکتریکی و پتانسیل اعمال شده به لامپ بستگی دارد. برای ایجاد طیف نشری خالص، کاتد باید از خالص‌ترین ماده موجود ساخته شود. فلزات خالص توسط ته‌نشینی الکترولیتی تولید شده و در طی این فرآیند گاز هیدروژن می‌تواند درون فلز جذب شود.

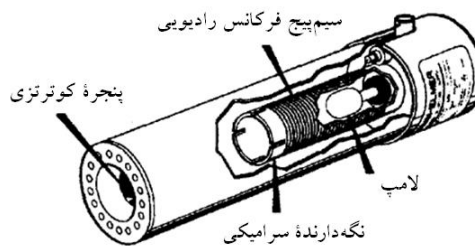
در تجزیه با روش جذب اتمی برای اندازه‌گیری هر عنصر، عملاً از یک منبع تابش تک‌عنصری استفاده می‌شود. اما، برای کاهش هزینه‌ها و سهولت کار با دستگاه جذب اتمی، لامپ‌های چندعنصری نیز ساخته شده است. البته با این کار، مشکل اقتصادی مربوط به لامپ‌ها هنوز حل نشده است، زیرا لامپ‌های چندعنصری گران‌تر از لامپ‌های تک‌عنصری بوده و ضمناً اگر به لامپ آسیبی برسد، همه عناصر از دست می‌روند. ولی، کارکردن با لامپ‌های چندعنصری، به‌ویژه با طیف‌سنج‌های بدون چرخنده لامپ، راحت‌تر است.

لامپ‌های تخلیه بدون الکتروود (EDLs)

در بین منابع تابش خطی، لامپ‌های تخلیه بدون الکتروود بیشترین شدت تابش و باریک‌ترین پهنای خطوط نشری را ارائه کرده و لذا، در هردو طیف‌سنجی جذبی و فلوتورسانس اتمی استفاده می‌شوند. بزرگ‌ترین مزیت EDL نسبت به HCL شدت زیاد تابش ساطع شده از آن است (به‌ویژه برای عناصر راحت تبخیرشونده). در نتیجه، عموماً نسبت علامت به نوفه (S/N) بهبود می‌یابد که باعث دقت زیاده‌تر و حدود تشخیص بهتر می‌شود. مزیت استفاده از EDLs



به ویژه در ناحیه فرابنفش بسیار بیشتر است. لامپ‌های تخلیه بدون الکتروود شامل لوله کوآرتزی درزگیری شده با طول حدود ۳-۸ cm و قطر حدود ۵-۱/۰ cm است، که با چند میلی گرم از فلز خالص آنالیت یا نمک فرار آن (اغلب هالیدها) و یک گاز بی اثر (اغلب آرگون) با فشار چندصد پاسکال پُر شده است. این لامپ درون سیم پیچی از یک مولد فرکانس زیاد (شکل ۳)، چسبانده شده است. انرژی برانگیختگی توسط یک ریزموج ($> 100 \text{ MHz}$) یا میدان الکترومغناطیس حاصل از فرکانس رادیویی ($100 \text{ kHz} - 100 \text{ MHz}$)، ایجاد می شود. عموماً، شدت لامپ‌های ریزموج بهتر از شدت لامپ‌های موج رادیویی است، اما لامپ‌های موج رادیویی پایدارتر بوده و به تنظیم کننده دما نیاز ندارند.



شکل ۳. ساختار یک لامپ تخلیه بدون الکتروود.

در لامپ‌های تخلیه بدون الکتروود ریزموج، در دمای حدود ۴۸۰ الی ۶۸۰ K، فشار گاز بی اثر حدود kPa ۱۳/۰ است. ماده قرار داده شده درون لوله لامپ، فلز خالص یا نمک کلرید یا یدید آن است. افزودن حدود ۱-۲ mg جیوه یا اشباع کردن لوله با بخار جیوه از جذب سطحی فلز جلوگیری کرده و لذا، خواص تابش ساطع شده از لامپ را اصلاح کرده و طول عمر آن را بیشتر می کند. از آنجاکه تبخیر فلز عمدتاً گرمایی است، شدت تابش ساطع شده از این لامپ با دما کنترل می شود. بنابراین، EDLهای ریزموج باید توسط یک تنظیم کننده از نظر دمایی کنترل شوند تا تابشی با شدت کافی و پایدار برای مقاصد تجزیه ای ایجاد کند. این لامپ‌ها برای حدود ۵۰ عنصر در دسترس اند، اما برای ارسنیک، آنتیموان، بیسموت، سلنیم و تلوریم، بهترین گزینه هستند. از طرف دیگر، HCLها برای این عناصر به بدترین لامپ‌ها مشهوراند. بنابراین، HCLs و EDLs مکمل یکدیگر هستند.