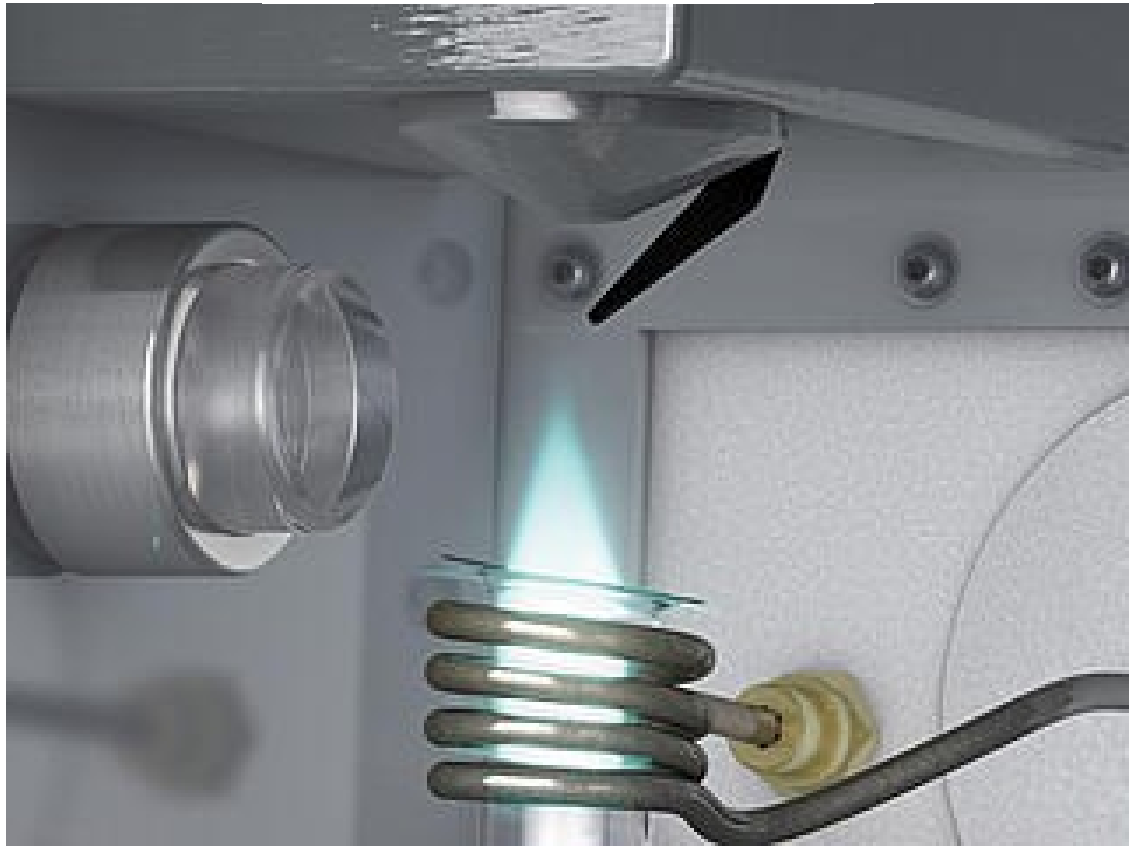
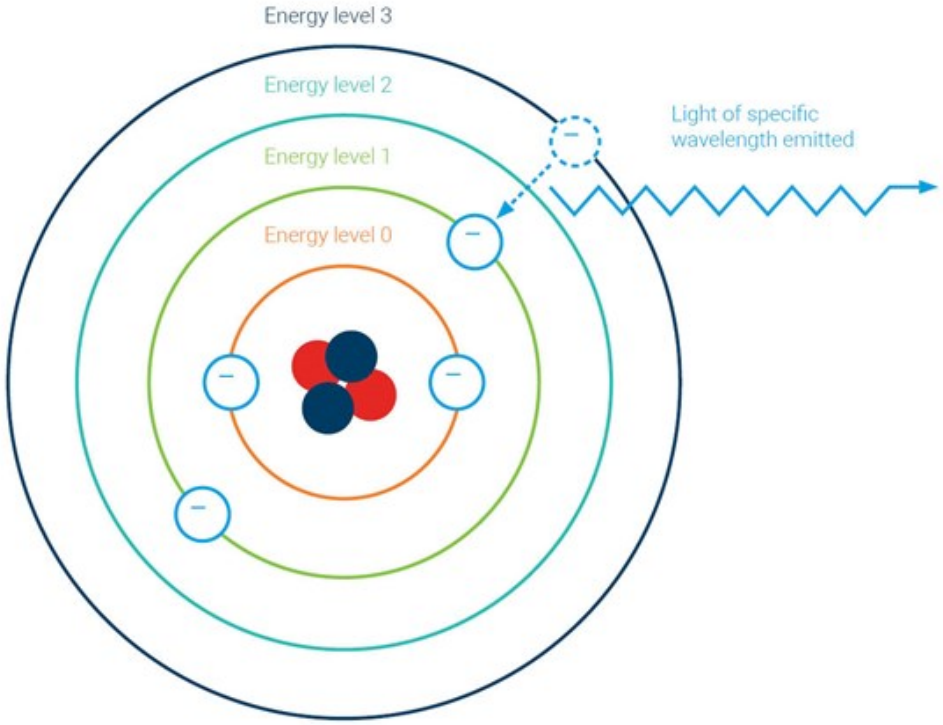
Inductively Coupled Plasma



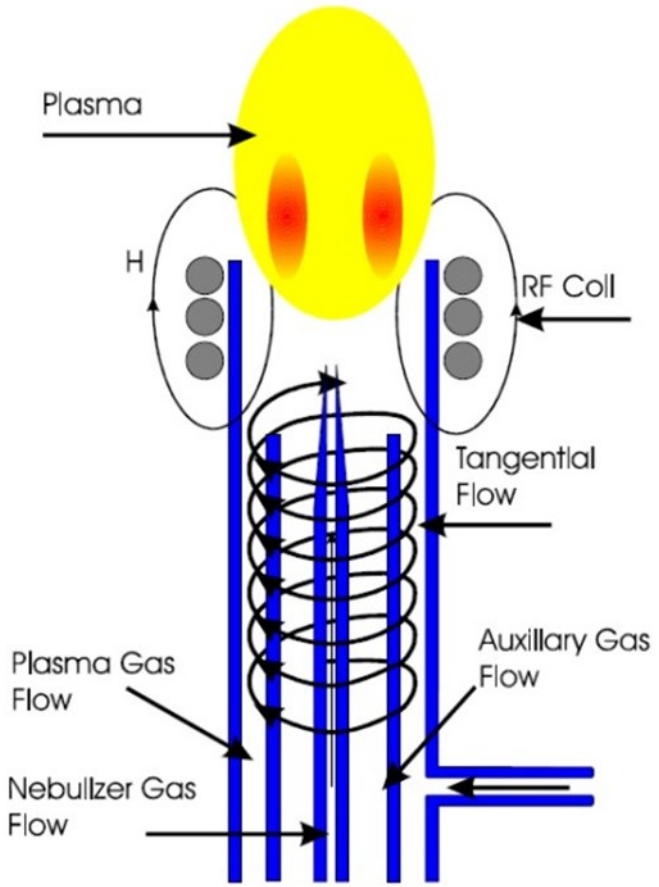
برانگیختگی اتم و تغییر تراز الکترونی حین تهییج و فرود منجر به نشر امواج نوری در طول موج مشخص می شود. بارزترین مثال همان تست شعله عناصر است.



Inductively Coupled Plasma

- ✓ پلاسما جفت‌شده القایی از روش‌های طیف‌سنجی نشری است که اتم یا یون در آن به کمک پلاسمای گاز بی‌اثر مثل آرگون تولید می شود.
- ✓ برای آنالیز عنصری بیشتر عناصر به جز آرگون (گاز بی‌اثر) استفاده می‌شود.
- ✓ به مجموعه‌ای از الکترون‌ها و یون‌های مثبت گازی (بی‌اثر) که دارای انرژی و دمایی بالا هستند، پلاسما گفته می‌شود،
- ✓ هرچند به دلیل بالا بودن غلظت این دو جز (کاتیون و الکترون) در کل بار کلی پلاسما تقریباً صفر است.

ICP torch



در ICP از طیف سنجی نشری استفاده می شود.

الکترون های برانگیخته در طول موج تابیده شده انرژی از خود ساطع می کنند.

برانگیختگی در دستگاه ICP توسط پلاسمای داغ آرگون انجام می شود.

این دما بین ۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ کلوین است.

هر عنصر در طول موج خاصی از خود انرژی ساطع می نماید.

جابجائی انرژی الکترون ها هنگام برگشت عناصر به حالت پایه برای هر عنصری منحصر بفرد است.

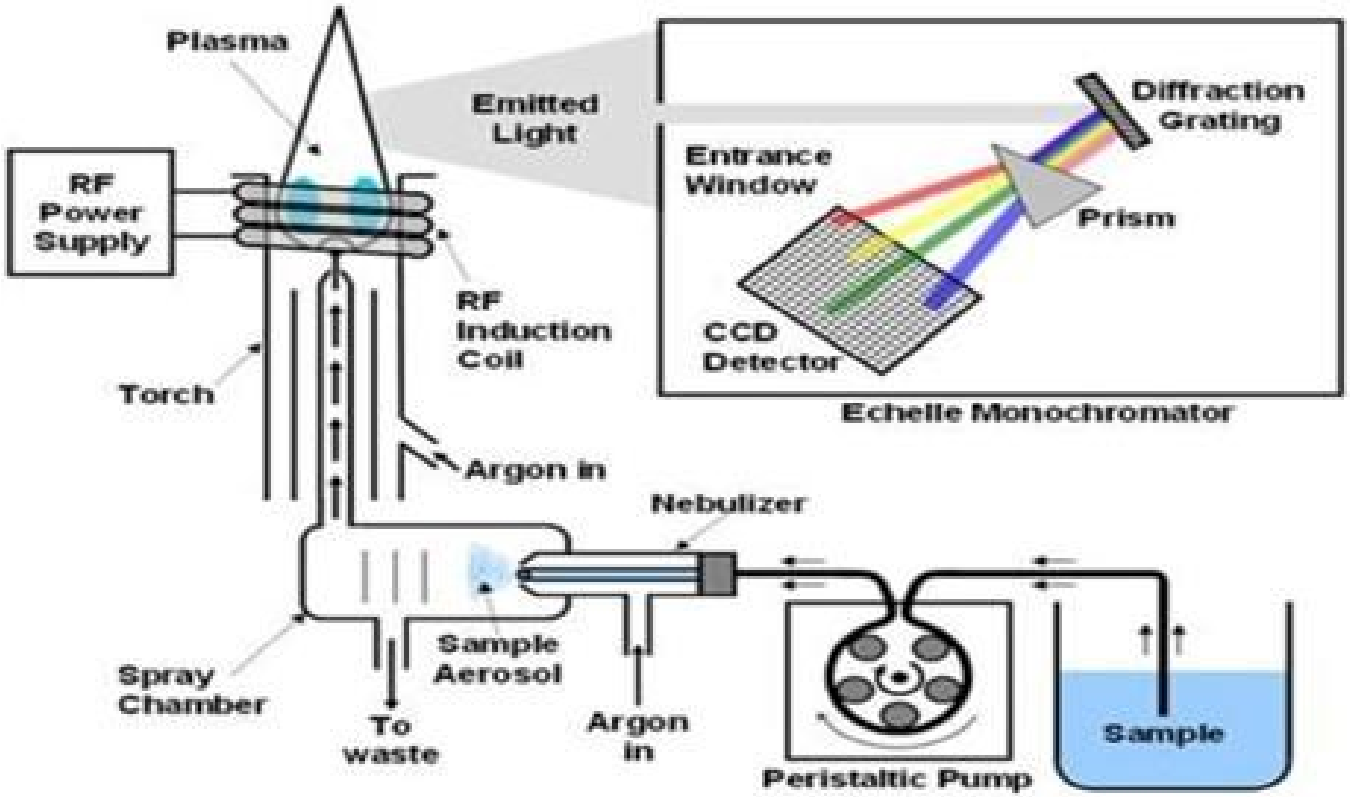
جابجائی انرژی رابطه عکس با طول موج الکترومغناطیسی تابش دارد $E = hc/\lambda$

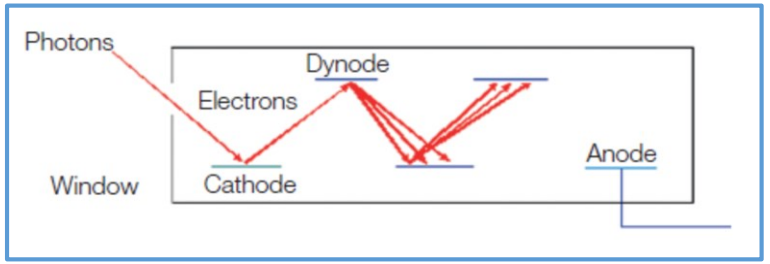
پس بصورت کیفی و کمی قادر به شناسائی مقادیر عنصر است.

- ✓ پلاسما جفت‌شده القایی از یک مشعل با سه لوله متحدالمرکز از جنس کوارتز تشکیل شده است.
- ✓ درون هر لوله گاز آرگون جهت خنک کردن و همچنین انتقال نمونه به درون پلاسما جریان دارد.
- ✓ در بالای بلندترین لوله یک سیم‌پیچ القایی **Induction Coil** وجود دارد.
- ✓ نیروی آن توسط یک ژنراتور امواج رادیویی **RF Frequency Generator** تأمین می‌شود.
- ✓ جرقه تولید شده به کمک سیم‌پیچ تسلا سبب یونیزه شدن گاز آرگون می‌شود.
- ✓ یون‌ها و الکترون‌های حاصل از یونیزاسیون با میدان مغناطیسی تولید شده توسط سیم‌پیچ القایی برهم‌کنش می‌دهند
- ✓ و سبب ایجاد جریان الکترون و یون‌ها در مسیرهای مدور و مشخصی در سیستم می‌شوند.
- ✓ نمونه به کمک گاز آرگون در لوله کوارتز مرکزی جریان دارد.
- ✓ به قسمت بالای لوله‌ها که حاوی پلاسمای داغ است، هدایت می‌شود.
- ✓ نمونه می‌تواند به فرم بخار گرم یا پودر بسیار ریز وارد مشعل شود.
- ✓ پس از تبخیر، تحت تأثیر انرژی الکترون و یون‌های محیط اتمیزه در نهایت در محیط بسیار گرم پلاسما برانگیخته می‌شوند.
- ✓ پرتوهای نور ساطع شده از عناصر پس از عبور از یک تکفام‌ساز **Monochromator** به آشکارساز تکثیرکننده فوتون **Photomultiplier** می‌رسند تا شدت آن اندازه‌گیری شود.
- ✓ بدین ترتیب امکان تشخیص و اندازه‌گیری غلظت عنصر مورد نظر را فراهم می‌آورد.
- ✓ با رسم منحنی شدت خطوط طیفی حاصل از دستگاه بر حسب غلظت عنصر مورد نظر(منحنی کالیبراسیون)، می‌توان غلظت عناصر را به راحتی تعیین کرد. به طوری‌که برای بیشتر عناصر در محدوده یک تا صد میکروگرم در لیتر **ppb** است.

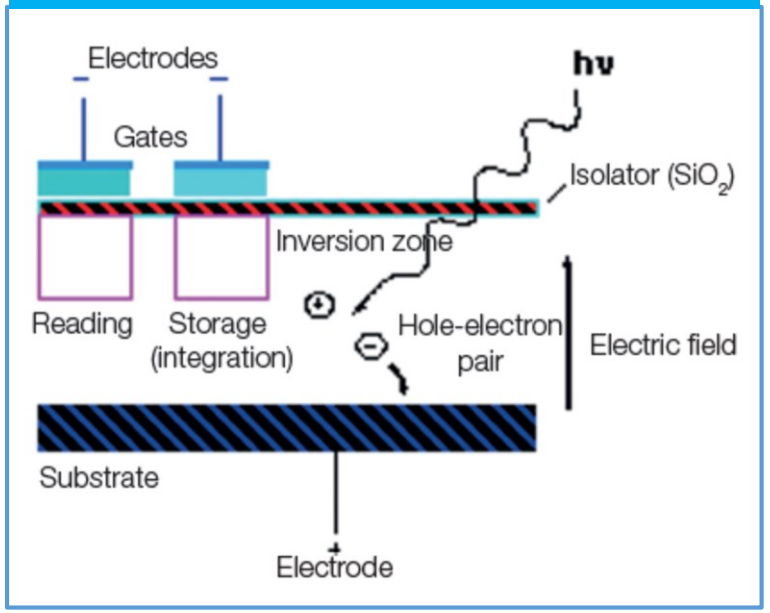
ICP OES

Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry

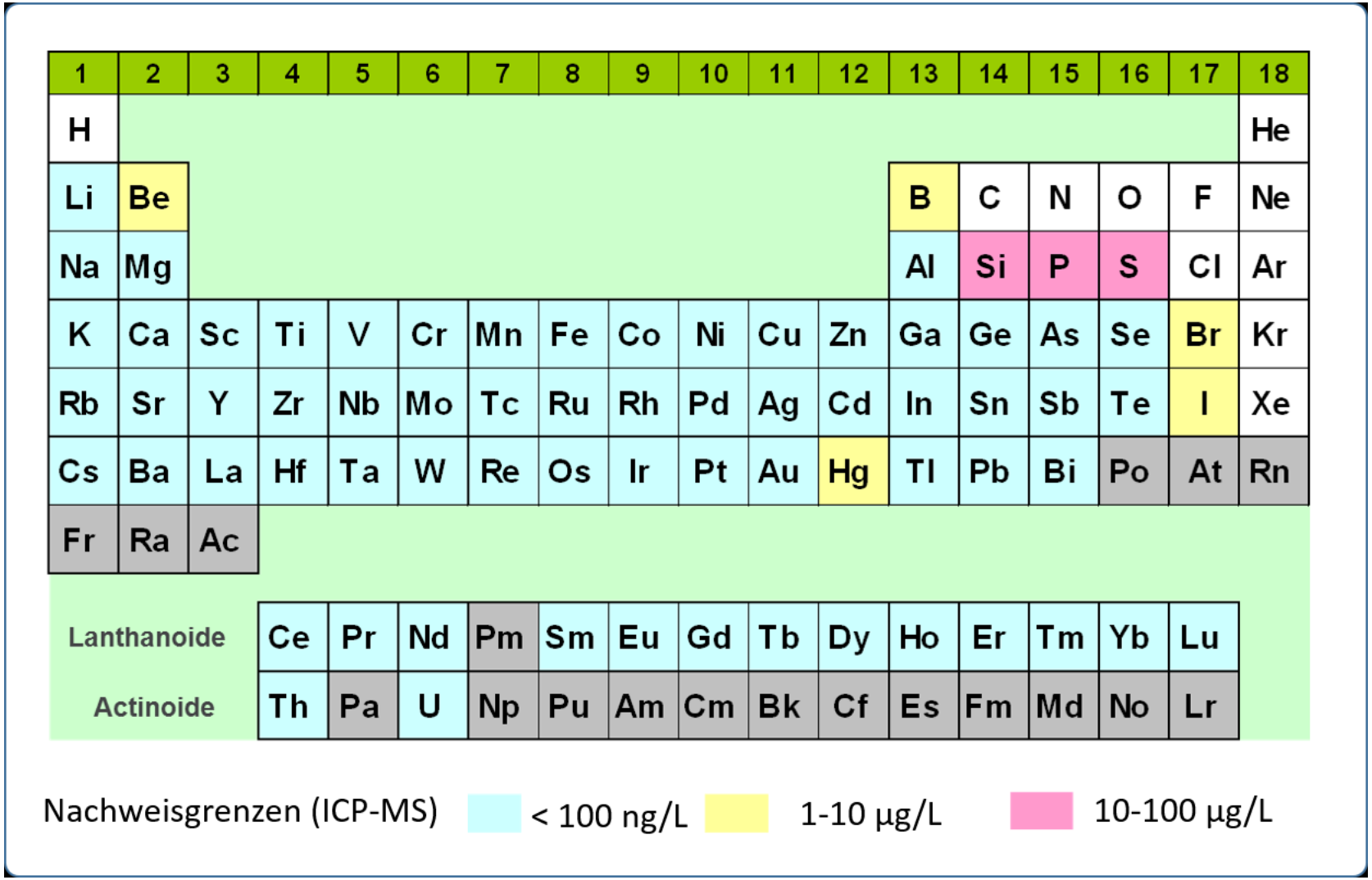




Solid-state detectors are based on CCD (Charge Coupled Device)

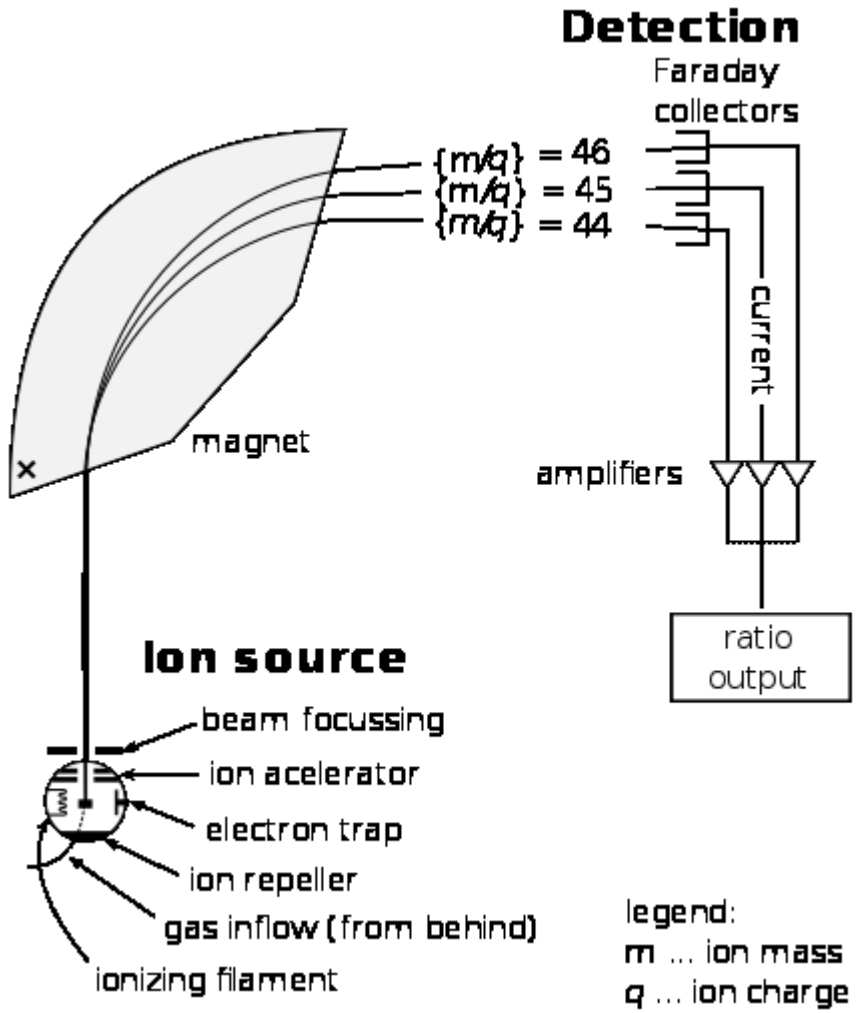


حد تشخیص روش OES



ICP MS

inductively coupled plasma mass spectrometry



$$KE = 1/2\, mv^2 = zeV$$

$$F_M = B\, z\, e\, v$$

$$F_C = (mv^2)/r$$

$$B\, z\, e\, v = (mv^2)/r$$

$$v = (V\, z\, e\, r) / m$$

$$m/z = (B^2\, r^2\, e) / 2V$$

حد تشخیص روش MS