

Okta-pólová kolizně - reakční cela a Heliový mód

Agilent ICP-MS

Jak funguje kolizní He mód

He kolizní mód využívá principu rozdílné srážkové energie polyatomických iontů a iontů analytu. Po průchodu He kolizní celou mají polyatomické ionty větší ztráty energie než jimi interferované ionty analytu.

Polyatomické (molekulární) ionty mají větší kolizní průřez než analytické (atomové) ionty při stejné m/z. Polyatomické ionty se proto v kolizní cele častěji srážejí s atomy He a ztrácejí tak více kinetické energie.

V místě, kde by polyatomické ionty měly opustit kolizní celu, zajistí technologie KED principem pozitivní diskriminace kinetické energie podpětím, jejich vyřazení z proudu a díky jejich nižší kinetické energii. Ionty analytů si uchovávají dostatek energie potřebné k překonání KED bariéry a k průchodu do kvadrupólu. Tímto způsobem jsou polyatomy odfiltrovány z iontového svazku, což umožňuje získat přesnější a konzistentnější výsledky pro mnoho dříve obtížně stanovitelných analytů.

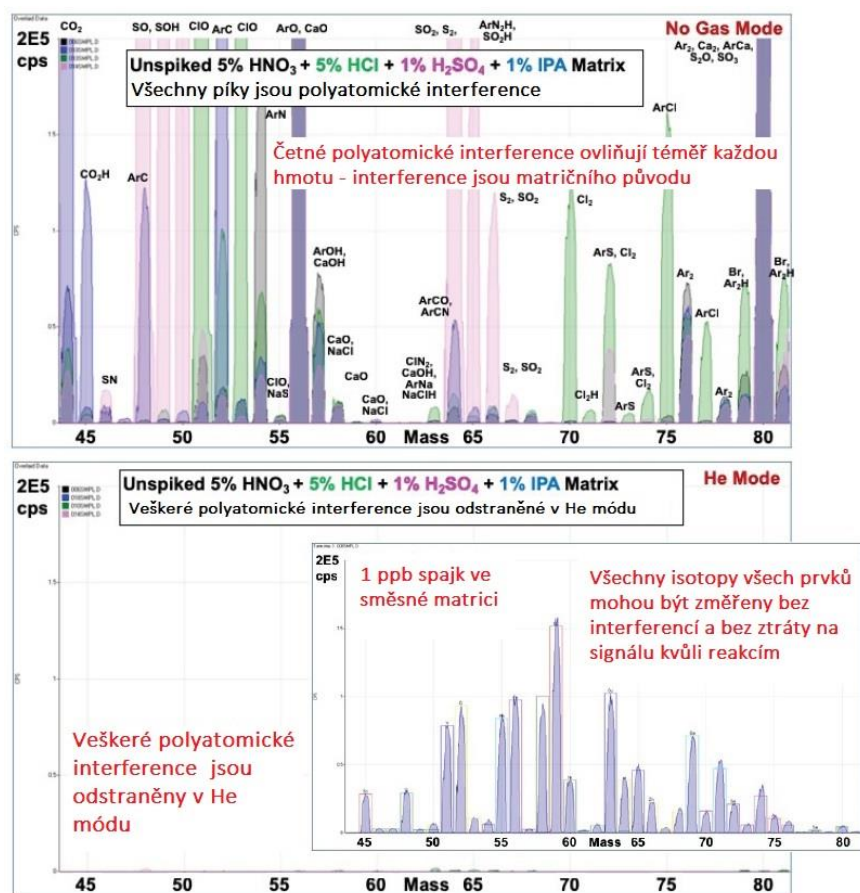
He mód:

- Je účinný pro všechny polyatomické ionty
- Je vhodný pro víceprvkovou analýzu
- Lze použít pro neznámé vzorky
- Nevede ke ztrátě signálu analytu reakcí

Kolizní cela založená na principu okta-pólu je optimálním řešením He módu.

Heliový mód a polyatomické interference

Heliový (He) kolizní mód změnil výkonost ICP-MS systémů Agilent. Matričně založené polyatomické interference, které je obtížné u neznámých typů vzorků předpovědět, ovlivňují mnoho analytů. Systémy Agilent ICP-MS používají k odstranění těchto interferencí He kolizní mód při zachování citlivosti analytu, jak je znázorněno na obrázku 1.



Obrázek 1. Polyatomické interference vytvořené z různých složek matrice ovlivňují většinu analytů mezi m/z 40 až 80 v „No Gas“ módu (nahore). Všechny tyto interference jsou potlačeny v He módu (dole), což umožňuje přesné měření všech izotopů všech analytů v této oblasti (podokno dole).

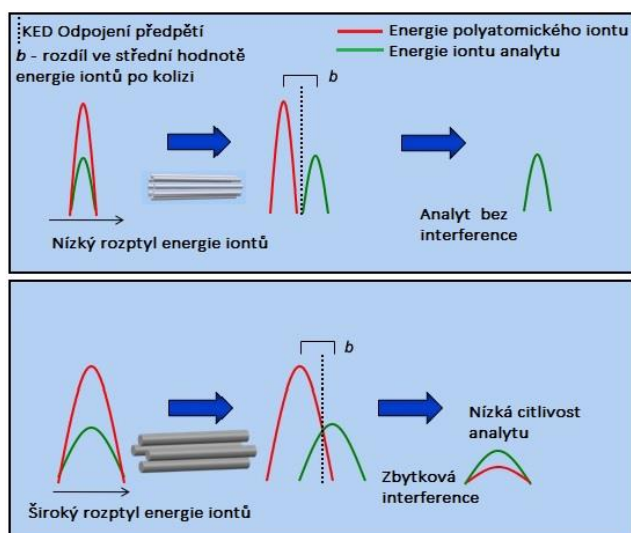
Požadavky na efektivní He kolizní mód

Kolizní mód vyžaduje, aby ionty byly podrobeny mnoha srážkám tak, aby rozdíl ve zbytkové energii mezi ionty analytu a polyatomickými ionty byl dostatečně velký, aby je bylo možné od sebe oddělit.

Pro efektivní kolizní mód platí:

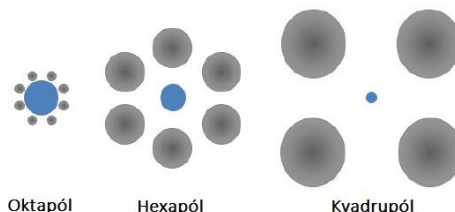
1. Počáteční rozložení energií iontů musí být co nejužší.
2. Kolizní cela musí pracovat s lehkým kolizním plynem (He) při vysokém vnitřním tlaku plynu, aby došlo k velkému množství požadovaných srážek.
3. Usměrňovač iontů musí mít malý vnitřní průměr a vytvářet stabilní pole v širokém rozsahu, aby se minimalizoval rozptyl iontů.

Úzký rozptyl iontové energie je klíčovým požadavkem pro účinné odstranění interference v kolizním módu. Ionty analytů a polyatomické ionty vstupují do kolizní cely se stejnou průměrnou hodnotou energie iontů, odvozenou z rozdílu napětí mezi plazmou a interfejsem. Přístroje ICP-MS Agilent používají k uzemnění plazmatu systém ShieldTorch, který poskytuje úzký rozptyl energie iontů. To zlepšuje schopnost technologie KED efektivně odlišit ionty analytů a polyatomické ionty za kolizní celou, jak je znázorněno na obrázku 2.



Obrázek 2. Nahoře: Úzký rozptyl energie iontů na ICP-MS Agilent umožňuje efektivní rozlišení polyatomů pomocí KED. Dole: Širší rozptyl energie iontů na non-Agilent ICP-MS znamená, že energie analytu a polyatomických iontů se za celou stále překrývají, takže interference nejsou zcela odstraněny.

Úzký rozptyl hodnot energie iontů umožňuje díky vloženému předpětí KED (tečkovaná čára na obrázku 2) účinně odmítnout polyatomické ionty a současně umožňuje průchod iontům analytu. ORS kolizní cela použitá v systémech ICP-MS Agilent je kombinací malé velikosti (malý objem cely + úzké usměrnění iontů) s vysokou propustností (velká oblast stability iontů), jak je znázorněno na obrázku 3.



Obrázek 3. Relativní velikost, vnitřní průměr a oblast stability iontů (modře) pro různé typy multi-pólových usměrňovačů iontů.

Oktapólová kolizní cela je ideální řešením pro dobrou transmissi iontů s vysokým počtem kolizí vyžadovaných pro KED. Oproti tomu cela na bázi kvadrupólu používá velký usměrňovač iontů, ale nabízí malou oblast stability iontů, takže přenos iontů a tedy i citlivost jsou při vysokém tlaku kolizního plynu v cele nízké. Kvadrupól je konec konců především určen k vyfiltrování nebo vyřazení iontů v nízkotlaké/evakuované komoře, než k přenosu iontů přes celou naplněnou plynem.

Schopnost kvadrupólové cely odstranit off-mass prekurzory (ionty o hmotě odlišné od hmoty analytu), aby se zabránilo tvorbě interferentů vytvořených v cele není u He kolizního módu tématem. He je inertní, takže v cele nevznikají nové ionty (reakční produkty). Také platí, že všechny polyatomické ionty, jejichž interference jsou řešeny pomocí kolize s He, patří mezi tzv. on-mass interference (tedy na stejné hmotě jako analyt), takže je nelze odstranit, aniž by byly odstraněny i ionty analytu.

Závěr

Řešení polyatomických interferencí pomocí He kolizního módu a technologie KED bylo klíčovým prvkem pro zlepšení kvality dat a rozšíření ICP-MS aplikací. Pro He mód je zásadní správný design kolizní cely (a její provozní podmínky) v kombinaci s efektivní kontrolou energie iontů. Cela Agilent ORS na bázi oktapólu ve spojení se systémem ShieldTorch pro řízení iontové energie poskytuje ten nejvyšší výkon ze všech dnes na trhu dostupných He kolizních módů.