

Ocean Optics Asia
Suite 601, Kirin Tower
666 Gubei Road
Shanghai, PRC 200336
Tel: +86(21)6295-6600
Fax: +86(21)6295-6708
www.oceanoptics.com



海洋光学亚洲分公司
上海市长宁区古北路 666 弄
嘉麒大厦 601 室
邮编: 200336
电话: +86(21)6295-6600
传真: +86(21)6295-6708
www.oceanopticschina.cn

Change the World for the Better through Optical Sensing

研究万亿分之一级的氨含量对成核过程的影响

引言

氨在大气化学中具有重要的作用，主要表现在其可与各类酸反应形成气溶胶，并且促进了新颗粒进行三元均匀成核，因此普遍认为，低浓度氨已经对成核效率起到了促进作用。但对这一促进作用的实际大小还存在争议，为了将氨的作用量化，多种方法用于检测氨的含量。如化学电离质谱法 CIM，氧化钼转变法和柠檬酸盐分解法等，其中 CIM 法最为被推崇，其优势在于时间分辨率高响应快，但同时高背景导致了低检测限。除此之外，对氨浓度测定的难度还在于氨的状态介于气体和气溶胶之间，难以将气态氨与颗粒态隔离，可以被各种表面吸附产生氢键，并且扩散系数较高，这些都导致采样中样品流失和低响应时间。本文中采用的氨检测在 CERN 的云雾室中进行，实验旨在研究 pptv 级的氨含量对硫酸/水成核速率的影响，实验前杜绝了相关气溶胶的出现，从而避免了气态与颗粒氨的分离，再加上新型的取样线设计将采样损失降至最低，通过长程吸收光谱法高时间分辨地确定 pptv 级氨的混合比例。

实验方法及装置

贝赛罗显色法（氨与次氯酸钠和酚在碱性溶液中反应生成蓝色靛酚，在 640nm 存在吸收），催化剂为亚硝基铁氰化钠，为了增加响应采用 LWCC 液体波导毛细管池，附加红色 LED 光源，检测设备为海洋光学 USB2000 光谱仪。

从 Lambert-Beer 定律可以得知，靛酚浓度与吸光度成正比，因此氨正比于吸光度，仪器的背景定期扣除，在线检测每 2s 输出数据，将云雾室内浓度与仪器背景之差值作为氨浓度。云雾室为直径 3m，总 26.1m^3 的不锈钢圆筒，云雾室内温度精确调控，稳定性在 $\pm 0.01\text{K}$ ，纯净空气为液氮与液氧 79: 21 气化混合得到，痕量气体 SO_2 和 NH_3 通入前用该纯净空气稀释，由各自的不锈钢管路进入室内，以

Change the World for the Better through Optical Sensing

避免交叉污染。

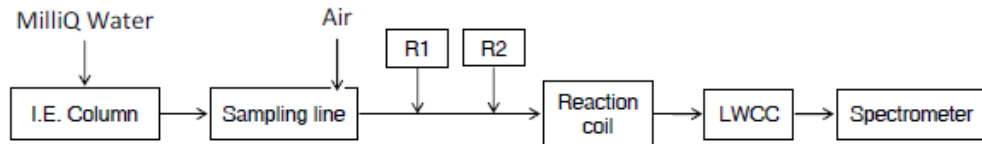


图 1 装置图示: R1 和 R2 分别表示酚+硝基氢氰酸和次氯酸盐加入。

结论

根据图 2，仪器响应在 400nM 内为线性，符合下列等式： $ABS = (0.0013 \pm 2.4 \times 10^{-5}) [NH_4]$ ，ABS 为吸光度，检测限为 35pptv。

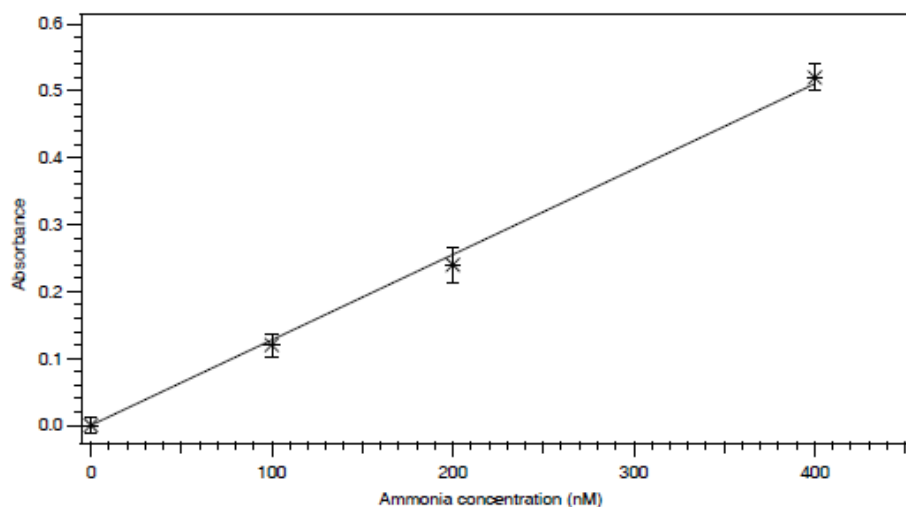


图 2 不同铵根浓度得到的定标曲线。

不同氨含量的成核速率在中性宇宙射线和带电介子束条件下检测，成核速率对少量氨的加入十分敏感，氨浓度从 35pptv 增加至 100pptv，中性和离子诱导成核率增加了 10 倍，在 200pptv，成核速率达到饱和，这些观察结果表明，成核速率在氨含量低于 100pptv 时极度依赖氨含量。

Ocean Optics Asia
Suite 601, Kirin Tower
666 Gubei Road
Shanghai, PRC 200336
Tel: +86(21)6295-6600
Fax: +86(21)6295-6708
www.oceanoptics.com



海洋光学亚洲分公司
上海市长宁区古北路 666 弄
嘉麒大厦 601 室
邮编: 200336
电话: +86(21)6295-6600
传真: +86(21)6295-6708
www.oceanopticschina.cn

Change the World for the Better through Optical Sensing

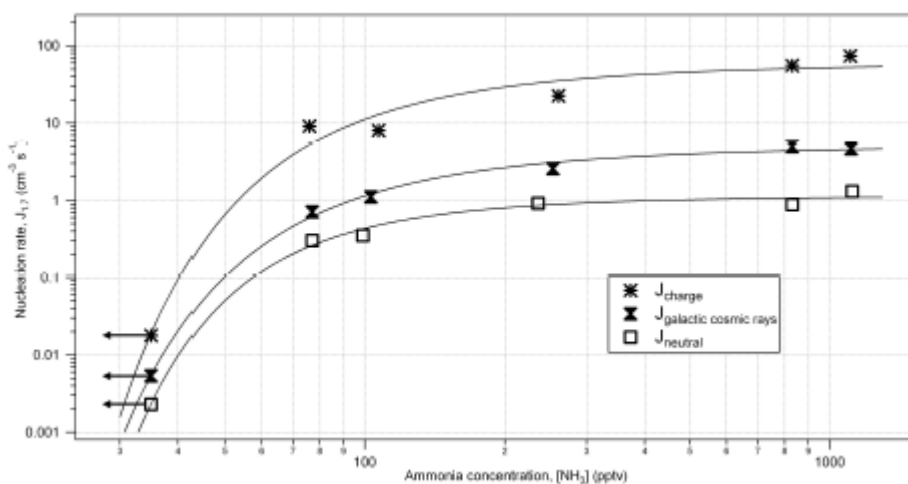


图 3 292K, [H₂SO₄]=1.2x10⁸cm⁻³ 时成核速率与氨浓度的关系.