

آیا آمونیوم هیدروکسید وجود خارجی دارد؟

دکتر لیلا حبیبی
دکترای برنامه‌ریزی درسی، تهران
کارشناس ارشد آموزش شیمی

اشاره

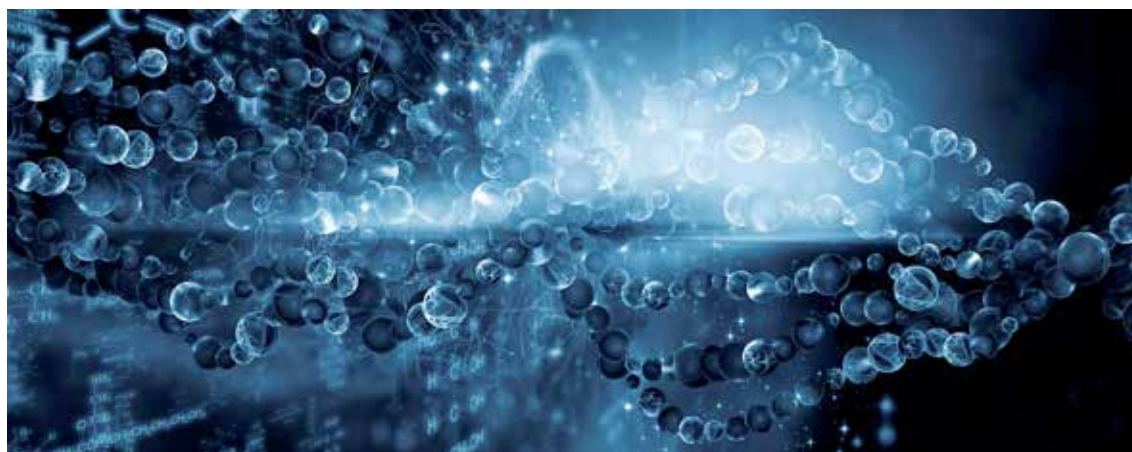
نمی‌تواند وجود خارجی داشته باشد. بر پایه واکنش‌های اسید-باز، محلول آبی NH_4^+ ، فقط به چند درصد از یون‌های NH_4^+ و OH^- تجزیه می‌شود. اما، در بازار فروش مواد شیمیایی، صحبت از آمونیوم هیدروکسید است و روی ظرف محلول آمونیاک در آب، بر حسب تجاری آمونیوم هیدروکسید می‌بینیم.

دلیل این اشتباه به قرن نوزدهم برمی‌گردد. در قرن نوزدهم، یون‌ها ناشناخته بودند. همه مواد، چه خالص و چه محلول، یک فرمول شیمیایی داشتند؛ برای مثال، محلول سدیم هیدروکسید در آب از NaOH و H_2O ساخته شده بود و بس. وجود یون‌های باردار مانند H_3O^+ و OH^- اثبات نشده بود. در این قرن، شیمی دانان اغلب واکنش خنثاسازی را طبق معادله ۱، بررسی می‌کردند:

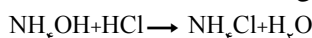
آمونیوم هیدروکسید فقط یک نام تجاری است. در واقع، ماده‌ای به این نام وجود خارجی ندارد و باید هیدرات آمونیاک نامیده شود. در این نوشته، با دلایل علمی، این موضوع توضیح داده شده است.

کلیدواژه‌ها: آمونیاک، آمونیوم هیدروکسید

اگر آمونیوم کلرید در آب حل شود، محلول آن حاوی یون‌های NH_4^+ و Cl^- و اگر سدیم هیدروکسید در آب حل شود، محلول حاوی یون‌های Na^+ و OH^- خواهد شد. حال اگر این دو محلول با هم مخلوط شوند، تقریباً تمام یون‌های NH_4^+ و OH^- با هم واکنش می‌دهند و NH_3 و H_2O را تولید می‌کنند؛ بنابراین، NH_4OH



معادله ۱: واکنش خنثاسازی آب + نمک \rightarrow باز + اسید شیمی‌دان‌های قرن نوزدهم موفق شدند واکنش خنثاسازی را با انواع اسیدهای معدنی و آلی و با مقدار زیادی هیدروکسید (هیدروکسید مترادف با باز بود) انجام دهند. زمانی که یک اسید آلی جدید کشف شد، آن‌ها سعی کردند با تمام هیدروکسیدهای موجود، نمک بسازند و به این ترتیب، سری جدید انواع نمک‌ها تهیه شد. البته در مورد آمونیاک مشکلی وجود داشت: گاز NH_3 با هر اسیدی واکنش می‌دهد و نمک تولید می‌کند، اما آب تولید نمی‌کند؛ بنابراین، شیمی‌دانان دریافتند وقتی NH_3 در آب حل می‌شود، به NH_4OH تبدیل می‌شود. این منطقی است؛ زیرا، NH_3 در آب بسیار محلول است. در معادله ۲، واکنش خنثاسازی محلول آمونیاک با اسید، نشان داده شده است.



معادله ۲: واکنش خنثاسازی محلول آمونیاک

باید توجه داشت مولکول NH_3 فقط در حالت گازی وجود دارد و نوعی «آمونیم‌هیدروکسید دهیدراته‌شده» در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند همانند برخی هیدروکسیدها به راحتی آب از دست دهد؛ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ و $\text{Al}(\text{OH})_3$ نمونه‌های مشابهی هستند که در دمای بالا، به ترتیب به CuO و Al_2O_3 تبدیل می‌شوند. با این توجه، تولیدکنندگان و فروشندگان محلول آمونیاک را با برچسب NH_4OH فروختند. استفاده از این محلول راه‌حل مناسبی برای رفع انسداد لوله‌های مسدود شده بود. در پایان قرن نوزدهم، آرنیوس کشف کرد یون‌های NH_4^+ و OH^- نمی‌توانند به طور هم‌زمان در محلول وجود داشته باشند و این؛ یعنی، ماده آمونیم‌هیدروکسید دیگر وجود خارجی ندارد. محلول آمونیاک در آب، بیشتر حاوی NH_3 و H_2O بود و چند درصد از یون‌های NH_4^+ و OH^- در محلول موجود بود. پس از این کشف، تاجران مواد شیمیایی برچسب‌های ظروف آمونیاک را تغییر دادند و شروع به فروش محلول آمونیاک غلیظ ۲۵ درصد کردند که برای شیمی‌دان‌ها خوب بود؛ اما مصرف‌کنندگان این تغییر را نپذیرفتند. آن‌ها به تولیدکنندگان اعتراض کردند که محلول آمونیاک جدید در رفع انسداد لوله‌های مسدود شده کارایی ندارد

و خواستار دریافت هیدروکسید آمونیم قدیمی شدند. از آنجایی که بازرگانان فقط می‌خواستند محصول خود را بفروشند، تسلیم خواسته مشتری‌ها شدند و دوباره روی محلول‌های آمونیاک، برچسب NH_4OH زدند. در نهایت، شیمی‌دانان و غیر شیمی‌دانان تسلیم شدند و به درج غلظت ۲۵ درصد روی برچسب‌ها اکتفا کردند. اما، این درصد غلظت، مربوط به محلول NH_3 است و نه NH_4OH . به همین دلیل است که NH_4OH هنوز در حال فروش است.

گفتنی است در گذشته هم، چندین گزارش درباره وجود نداشتن یک محصول تجاری مانند NH_4OH ، بدون ذکر دلایلی منتشر شده است اما مقاله حاضر اولین مقاله‌ای است که بر پایه توضیح علمی و استدلال‌های جدیدی این موضوع را اثبات می‌کند.

استدلال دیگری بر پایه هندسه و طول پیوند NH_4OH با استفاده از روش محاسباتی گاوسین^۱ بیان شده است. طول پیوندها به این شرح است:

● سه پیوند N-H در NH_3 ۱۰۲ pm

● پیوندهای هیدروژنی N-H بین N و H-O-H ۱۷۹ pm

● دو پیوند O-H در H_2O ۹۸ pm و ۱۰۰ pm

در این استدلال، طول پیوند هیدروژنی نیتروژن آمونیاک در هیدروژن آب خیلی زیاد است (۱۷۹ pm)؛ بنابراین ضعیف‌تر از پیوند کووالانسی N-H در آمونیاک است (۱۰۲ pm). برخلاف طول دو پیوند هیدروژنی O-H در H_2O که به طور تقریبی یکسان هستند، طول چهار پیوند هیدروژنی در NH_4OH یکسان نیستند. پس هیچ گروه NH_3 خنثا (به صورت NH_4OH) در محلول آمونیاک وجود ندارد. در نتیجه، گروه NH_4^+ در محلول آمونیاک وجود خارجی ندارد و فقط چند درصد از آمونیاک به یون‌های آمونیم و هیدروکسید تبدیل می‌شود.

پی‌نوشت

1. Gaussian

منبع

Cosandey, Maurice. (2021). why we are all using a Nonexistent Substance: NH_4OH . Chemical Education. 75(7/8), 679-680. doi:10.2533/chimia.2021.679.