



خنثی سازی بمب شیمیائی خردل

محمدحسن آرمان مهر

پژوهشکده صنایع شیمیائی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران- ایران

صندوق پستی ۳۵۳۸-۱۵۸۱۵

چکیده:

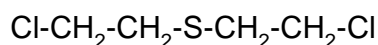
بمب شیمیائی خردل (Mustard) $(C_4H_8Cl_2S)$ ، با محلول آب، سود سوزآور NaOH، و هیپوکلریت سدیم NaOCl و یا هیپوکلریت کلسیم $Ca(OCl)_2$ که با محیط زیست سازگار می باشد، هیدرولیز شده، و به تیودی گلیکول تبدیل گشته و اثر کشندگی خود را از دست داده و خنثی می شود.

کلید واژه: بمب شیمیائی، خردل، گاز خردل، خنثی سازی.

مقدمه:

بمب شیمیائی خردل (Mustard) با نام‌های دیگر خردل گوگردی (Sulfur mustard) و تلف کننده، تباہ کننده، از بین برنده (Lost) نیز معروف می باشد. نام‌های علمی آن بیس (۲)- کلرو اتیل (Sulfide) [Bis (2-chloroethyl)] و نیز ۱،۱-تیوبیس (۲-کلرواتان) [1,1-thiobis(2-chloroetane)] می باشد.

فرمول شیمیائی گسترده خردل به صورت زیر می باشد:



جوش خردل در فشار یک اتمسفر ۲۱۷ - ۲۱۵ درجه سانتیگراد است. همچنین نقطه جوش آن در فشار ۱۰mmHg برابر ۹۸ درجه سانتیگراد می باشد. دانسیته خردل در ۲۵ درجه سانتیگراد برابر ۱/۲۶۸۲ g/ml می باشد. فراریت خردل در ۲۵

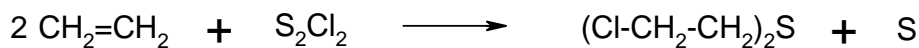
وزن مولکولی خردل ۱۵۹/۰۸ می باشد. شکل ظاهری خردل به صورت مایع روغنی بوده، و رنگ آن بی رنگ، و بوی آن به صورت شیرین ملایم و دلپذیر می باشد. نقطه ذوب خردل در فشار یک اتمسفر برابر ۱۴ - ۱۳ درجه سانتیگراد می باشد. نقطه

در هوای تنفسی در مورد انسان برابر $1500 \text{ mg/min/m}^3 = \text{LCt}_{50}$ می‌باشد.

بخش تجربی:

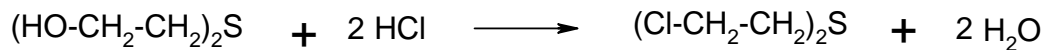
نمونه آزمایشگاهی خردل با فرایند Levinstein ساخته شد. در این روش خردل از واکنش شیمیایی بین گاز اتیلن (Ethylene) و سولفورکلراید (Sulfur Chloride) بر اساس واکنش شیمیایی ذیل تهیه گردید.

درجه سانتیگراد برابر 925 mg/m^3 است. فشار بخار خردل در صفر درجه سانتیگراد برابر 0.25 mmHg و فشار بخار آن در 30 درجه سانتیگراد برابر 0.90 mmHg می‌باشد. سنگینی بخار خردل نسبت به سنگینی هوا (هوا = 1) برابر $5/4$ می‌باشد. خردل به صورت جزئی در آب حل می‌شود، ولی در حلال‌های آلی و روغن‌های نباتی و حیوانی به خوبی حل می‌شود. دوز کشندگی 50 درصد در مورد موش‌های صحرائی برابر $\text{LD}_{50} \text{ i.v.} = 8/6 \text{ mg/kg}$ و در مورد موش‌های معمولی برابر $\text{LD}_{50} \text{ i.v.} = 3/3 \text{ mg/kg}$ می‌باشد. دوز کشندگی 50 درصد



گلیکول (Thiodiglicol) و هیدروکلریک اسید مطابق واکنش شیمیایی ذیل تهیه گردید.

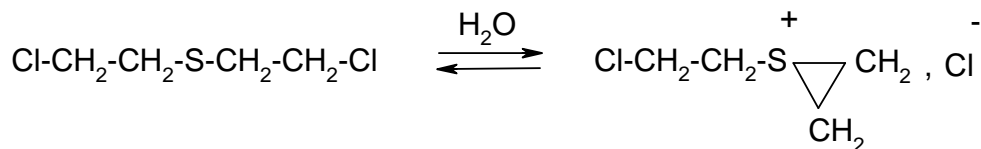
همچنین خردل در آزمایشگاه با روش آلمانی‌ها هم ساخته شد. در این روش خردل از واکنش شیمیایی بین تیودی-



(Sodium hydroxide ; NaOH) به کلی هیدرولیز شده ، و اثر کشندگی خود را از دست می‌دهد.

بمب شیمیایی خردل، توسط محلول هیپوکلریت سدیم (Sodium hypochlorite ; NaOCl) و یا هیپوکلریت کلسیم [Calcium hypochlorite; Ca(OCl)₂] با سود سوزآور

در واکنش هیدرولیز، اولین گام، ایجاد یون سولفونیوم (Sulfonium ion) می‌باشد.

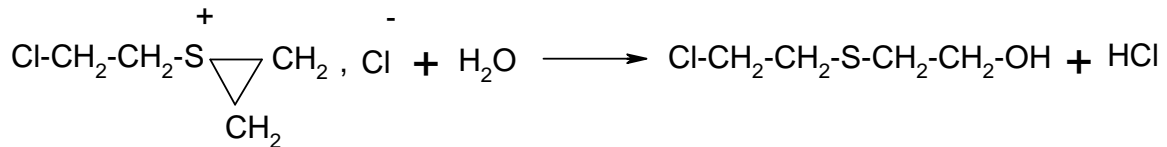


خردل

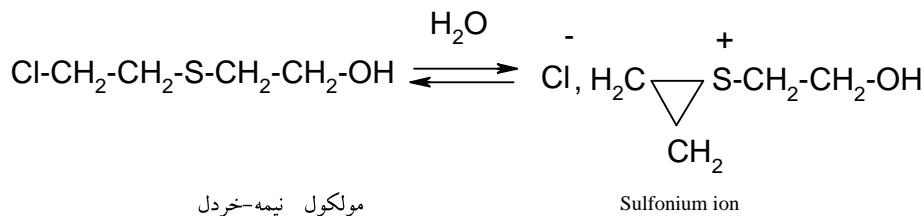
Sulfonium ion

تولید می‌نماید. سرعت واکنش ترکیب یون سولفونیوم با مولکول آب در حضور محلول سود سوزآور با هیپوکلریت-سدیم و یا هیپوکلریت کلسیم به شدت افزایش می‌یابد.

یون سولفونیوم (Sulfonium ion) با مولکول آب ترکیب شده، و ۲-کلرواتیل ۲-هیدروکسی اتیل سولفاید (2-chloroethyl 2-hydroxyethyl sulfide) را که یک مولکول " نیمه-خردل " (Semi sulfur mustard) می‌باشد،

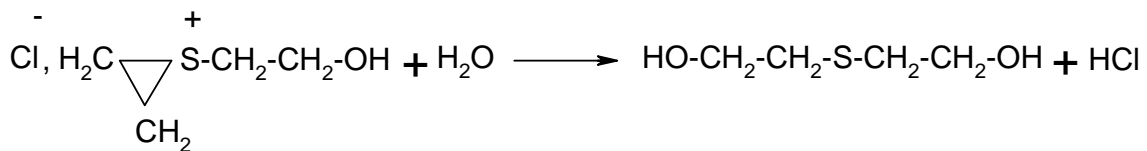


دوباره مولکول نیمه-خردل در آب هیدرولیز شده و مطابق واکنش شیمیائی ذیل مجدداً و به یون سولفونیوم تبدیل می‌شود.



یون سولفونیوم (Sulfonium ion) تولید شده، دوباره با مولکول آب ترکیب شده، و بر اساس واکنش شیمیائی ذیل، مولکول تیودی گلیکول (Thiodiglicol) را به وجود می‌آورد.

سرعت واکنش ترکیب یون سولفونیوم با مولکول آب در حضور محلول سود سوزآور با هیپوکلریت سدیم و یا هیپوکلریت کلسیم به شدت افزایش می‌یابد.

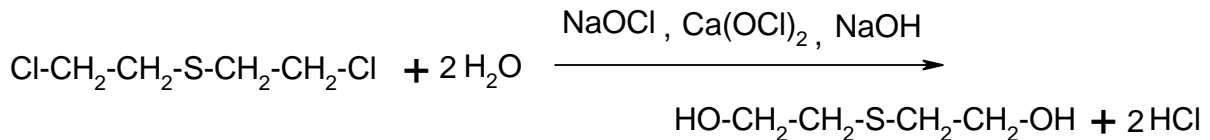


Sulfonium ion

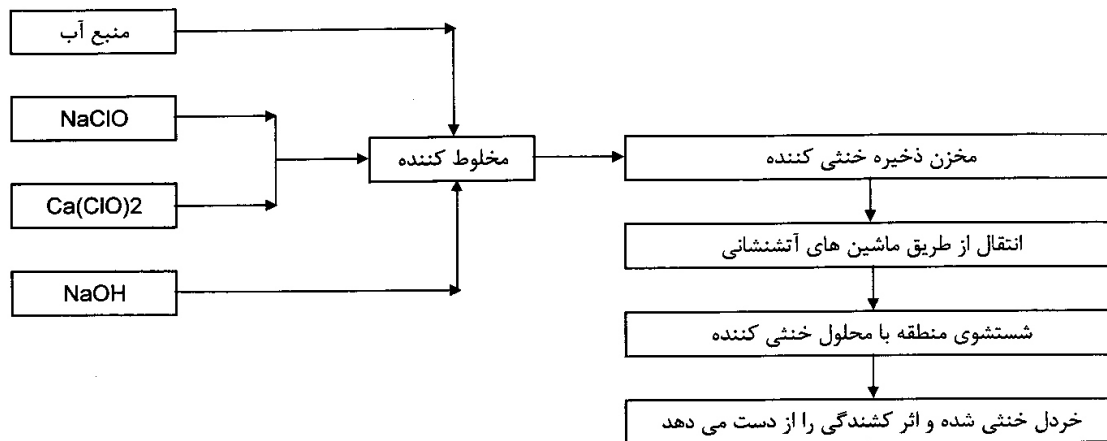
تیودی گلیکول

هیدرولیز خردل در آب توسط هیپوکلریت سدیم و یا هیپوکلریت کلسیم افزایش می‌یابد. واکنش کلی هیدرولیز خردل، در محلول آب و سود سوزآور و هیپوکلریت سدیم، یا هیپوکلریت کلسیم به قرار ذیل می‌باشد.

بدین ترتیب، بمب شیمیایی خردل در اثر شستشو با محلول آب و سود سوزآور و هیپوکلریت سدیم و یا هیپوکلریت کلسیم، در درجه حرارت معمولی، به تیودی گلیکول، که ماده اولیه ساخت خردل می‌باشد، تبدیل می‌گردد. در حقیقت سرعت



خنثی سازی بمب شیمیایی خردل در شکل ذیل به صورت گسترده و کامل نشان داده شده است.



بحث و نتیجه گیری:

بمب شیمیایی خردل در اثر شستشوی فراوان با محلول آب، سود سوزآور، و هیپوکلریت سدیم یا هیپوکلریت کلسیم، بلافاصله هیدرولیز شده، و به مواد اولیه ساخت آن تبدیل گشته، و اثر کشندگی خود را به کلی از دست داده و خنثی می‌گردد.

تشکر و قدردانی:

از سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران تشکر و قدردانی فراوان می‌شود.

منابع:

- [1]. Mann, Pope, J. Chem. Soc., 121, 594 (1922).
- [2]. Gomberg, J. Am. Chem. Soc., 41, 1414-1431 (1919).
- [3]. Gibson C. S., et al, J. Chem. Soc., 117, 271, 277 (1920).
- [4]. Helfrich O. B., et al, J. Am. Chem. Soc., 42, 1208-1232 (1920).
- [5]. Woodward F. N., J. Chem. Soc., 35-38 (1948).
- [6]. Williams A. H., Woodward F. N., J. Chem. Soc., 38-42 (1948).
- [7]. Brown R., Woodward F. N., 42-44 (1948).
- [8]. Gasson, McCombie, Williams, Woodward, J. Chem. Soc., 44-46 (1948)
- [9]. Hamilton, Moggridge, Woodward, J. Chem. Soc. 46-47 (1948).