

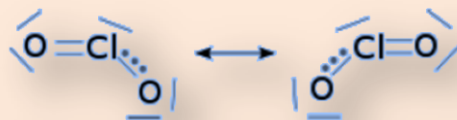
## کلر دی اکسید یا کلر (IV) اکسید و یا کلریل

### مقدمه

کلریل ( $\text{ClO}_2$ ) گازی زردرنگ است که در دمای 20 درجه سانتی گراد به اندازه  $8 \text{ g dm}^{-3}$  در آب حل می شود. نقطه ذوب آن -59 درجه سانتی گراد (با تشکیل کریستالهای نارنجی رنگ)، نقطه جوش آن 11 درجه سانتی گراد، اسیدیته آن ( $\text{pK}_a$ ) 3.0 و مقدار  $\text{LD}_{50}$  برابر با 292 mg/kg (دهانی، موش) می باشد. [مقدار  $\text{LD}_{50}$  یعنی نیمی از موشهای مورد مطالعه در اثر مصرف دهانی آن ماده می میرند]. این ماده، عامل اکسیدکننده قوی و مفیدی در صنعت تصفیه آب و در سفیدکنندگی (Bleaching) می باشد.

### ساختار و پیوندها

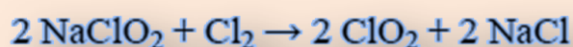
مولکول  $\text{ClO}_2$  دارای تعدادی فرد از الکترونهاي والانس می باشد و بنابراین یک رادیکال پارامغناطیس به حساب می آید. ساختار الکترونی آن تا مدتی طولانی باعث سردرگمی شیمیدانان شده بود زیرا هیچ یک از ساختارهای لوئیس محتمل آن، خیلی رضایت بخش نبودند. لینوس پاولینگ متوجه شد که این مولکول دارای دو ساختار رزونانسی است که در هر کدام از آنها، یک پیوند دوگانه و یک پیوند ساده وجود دارد :



### تهیه

کلر دی اکسید مولکولی به شدت گرماده می باشد و زمانیکه از مواد رقیق کننده خود جدا می شود خیلی سریع تجزیه می شود. بنابراین روشهای تهیه ای یا سنتزی مناسب هستند که شامل تولید محلول هایی از این مولکول بدون عبور از مرحله فاز گازی می باشند. لذا حمل آن بایستی به شیوه ای ایمن و محتاطانه صورت گیرد.

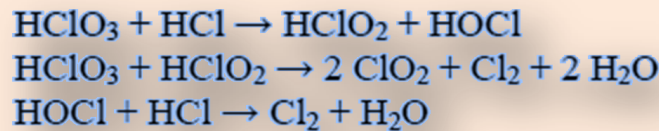
در آزمایشگاه،  $\text{ClO}_2$  از اکسیداسیون سدیم کلریت تهیه می شود:



بیش از 95% از کلر دی اکسید تولید شده در جهان از سدیم کلرات بدست می آید و برای سفید کردن خمیر کاغذ مورد استفاده قرار می گیرد. این ماده را می توان با بازده بالا و از طریق کاهش سدیم کلرات در محلول اسیدی قوی و با عامل کاهنده مناسب مثل متانول، هیدروژن پروکسید، هیدروکلریک اسید یا سولفور دی اکسید تولید کرد. واکنش کل را می توان به صورت زیر نوشت:



اعتقاد بر این است که واکنش سدیم کلرات با هیدروکلریک اسید در ظرفی جداگانه از طریق مسیر زیر پیش می رود:



مسیر تولید مهم تر و تجاری تر از متانول به عنوان عامل کاهنده و سولفوریک اسید جهت اسیدی کردن استفاده می کند. دو مزیت استفاده نکردن از فرایندهای مبتنی بر کلرید این است که از تولید مجدد کلر عنصری جلوگیری می شود و مزیت دوم، سدیم سولفات (ماده شیمیایی ارزشمند برای کارخانه کاغذسازی) به عنوان محصولی جانبی می باشد. این فرایندهای مبتنی بر متانول با بازده بالا تولید می شوند.

بازار کوچکتر ولی مهم مصرف کلر دی اکسید مربوط به ضد عفونی کننده ها می باشد. از نظر تجاری تولید کلر دی اکسید برای مصارف ضد عفونی کنندگی با استفاده از یکی از سه روش زیر و به کمک سدیم کلریت یا روش سدیم کلریت-هیپوکلریت انجام می شود:



یا روش سدیم کلریت-هیدروکلریک اسید:



روش دوم به 25% کلریت بیشتر برای تولید مقدار هم ارزی از کلر دی اکسید نیاز دارد. برای تولید کلر دی اکسید بسیار خالص می توان از الکترولیز محلول کلریت استفاده کرد:



گاز کلر دی اکسید بسیار خالص (7.7% در هوا یا نیتروژن) را می توان به کمک روش گاز-جامد تولید کرد که در این روش، گاز کلر رقیق با کلریت سدیم جامد واکنش می دهد.



### حمل و جابجائی آن

در غلظت های بیشتر از 15% حجمی هوا در شرایط STP (استاندارد آیوپاک : دمای صفر درجه سلسیوس، فشار مطلق 100kPa یا 0.986 atm و استاندارد انجمن ملی استاندارد و تکنولوژی یا NIST : 20 درجه سلسیوس، فشار مطلق 101.325 kPa یا 1 atm) مولکول  $\text{ClO}_2$  به صورت انفجاری به کلر و اکسیژن تجزیه می شود. فرایند تجزیه به کمک نور آغاز می شود. بنابراین هرگز شکل غلیظ شده این مولکول را جابجا نکنید بلکه همواره از شکل گازی و حل شده آن در آب و با محدوده غلظتی 0.5 تا 10 gr/lit استفاده کنید. حلالیت مولکول  $\text{ClO}_2$  در آب، در دماهای پایین تر افزایش می یابد؛ بنابراین استفاده از آب سرد (5 درجه سلسیوس) برای نگهداری آن در غلظتهای بالاتر از 3 gr/lit متداول است. در اکثر کشورهای مثل ایالات متحده آمریکا، ممکن است گاز کلر دی اکسید با هر غلظتی حمل نشود و معمولاً همواره در محلی که آن را به کار می برند با استفاده از مولد کلر دی اکسید تولید می شود. در برخی از کشورها، محلول کلر دی اکسید با غلظت کمتر از 3 gr/lit از طریق زمینی حمل می شود ولی این محلول تقریباً ناپایدار و سریعاً در حال تجزیه است.

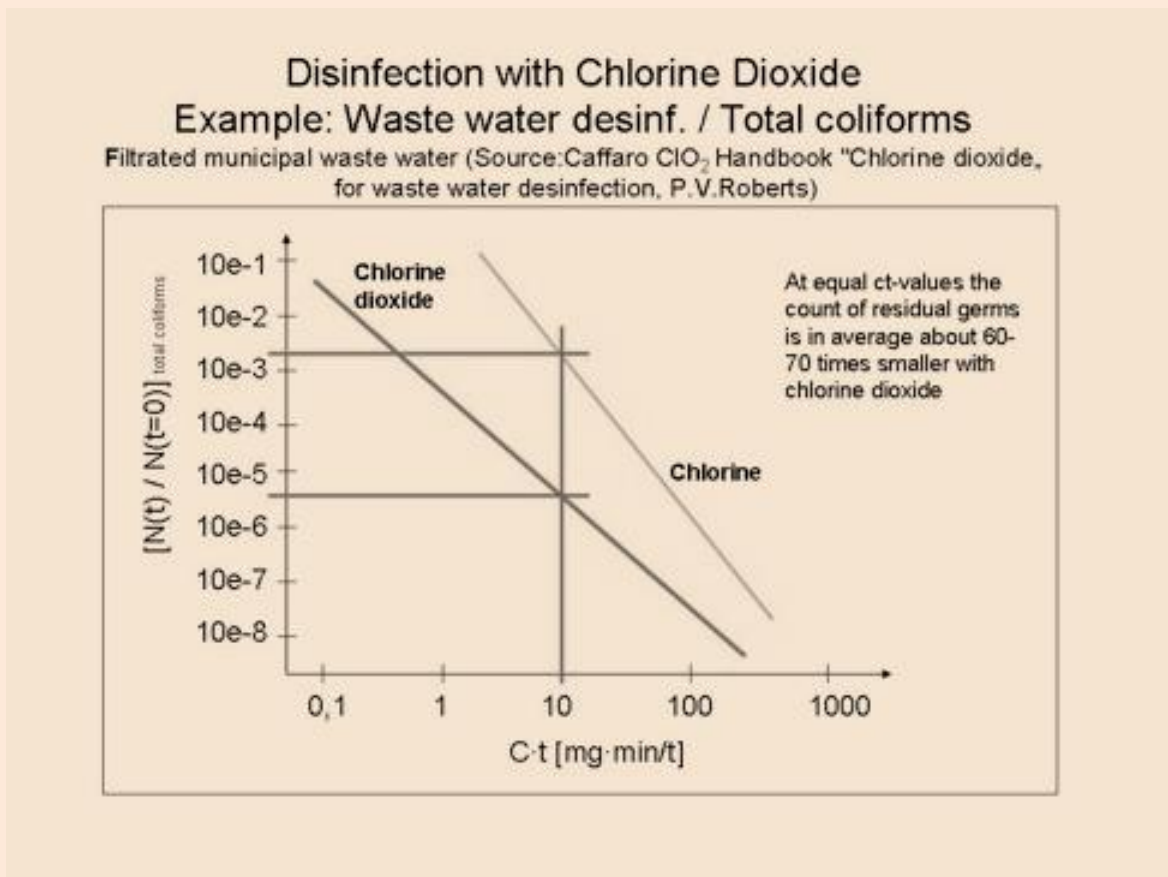
### کاربردها

در ابتدا از کلر دی اکسید به عنوان سفیدکننده خمیر چوب (بیش از 95% استفاده) استفاده می شد. علاوه بر این، از آن برای سفیدکردن آرد و ضدعفونی کردن آب آشامیدنی شهری نیز استفاده می شد. به عنوان مثال در نیویورک در سال 1944 برای تخریب فنول آب آشامیدنی از کلر دی اکسید استفاده می شد. در سال 1956 با تولید انبوه کلر دی اکسید و استفاده از آن به عنوان ضدعفونی کننده آب آشامیدنی، در بروکسل بلژیک به جای کلر از این ماده استفاده شد. کاربرد عمومی تر آن در تصفیه آب، به عنوان یک پیش اکسیدان قبل از کلردار کردن آب آشامیدنی و به منظور تخریب ناخالصیهای آب طبیعی می باشد که منجر به تولید تری هالو متانها (THM) در حضور کلر آزاد می شود.

سرطانزائی تری هالو متانها به عنوان محصولات جانبی حاصل از ضدعفونی آب مورد تردید است. همچنین زمانیکه pH آب بیشتر از 7 باشد و در حضور آمونیاک و آمین ها و یا برای کنترل بیوفیلم ها در سیستمهای توزیع آب، استفاده از کلر دی اکسید بر خود کلر در ضدعفونی آب ارجحیت دارد. از کلر دی اکسید در بسیاری از فرایندهای تصفیه آب و صنایع غذایی به عنوان زیست کش (ماده ای شیمیائی یا میکروارگانیسیمی است که از طریق روشهای شیمیائی یا بیولوژیکی، قادر به اعمال اثری کنترل کننده یا بازدارنده بر روی ارگانیسیمهای مضر می باشد) استفاده می شود.

کلر دی اکسید در مقایسه با کلر، خوردندگی کمتری دارد و بنابراین برای کنترل باکتری لژیونلا مناسب تر است و بر روش یونیزاسیون مس - نقره جهت کنترل این باکتری ارجح تر است زیرا برخلاف روش یونیزاسیون:

- (۱) مورد تایید سازمان حفاظت محیط زیست است
- (۲) تحت تاثیر منفی pH قرار نمی گیرد
- (۳) تاثیر خود را با گذشت زمان از دست نمی دهد زیرا رشد باکتریها در برابر زیست کشی مقاومت می کند
- (۴) تحت تاثیر منفی سیلیس و فسفات قرار نمی گیرد که به عنوان بازدارنده های خوردندگی آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می گیرند.



طبق شکل، در غلظتهای برابری از کلر و کلر دی اکسید، مقدار میکروارگانیزمهای باقیمانده در مورد کلر دی اکسید به طور متوسط 70 برابر کوچکتر خواهد بود.

کلر دی اکسید در اکثر شرایط نسبت به ضدعفونی کنندگی میکروبیهای بیماریزایی مثل ویروسها، باکتریها و تک یاخته ایهای مثل کیست ژیا ردیا و کریپتوسپورییدیوم در مقایسه با کلر موثرتر عمل می کند.

استفاده از کلر دی اکسید در فرایند تصفیه آب منجر به تشکیل محصول جانبی کلریت می شود که اخیراً ماکزیمم مقدار مجاز آن در آب آشامیدنی در ایالات متحده آمریکا 1ppm می باشد. این استاندارد باعث محدود کردن استفاده از کلر دی اکسید در ایالات متحده آمریکا در آبهای با کیفیت بالا یا آبهای شده است که با آهن جهت انجام انعقاد تصفیه می شوند. (آهن باعث کاهش کلریت به کلرید می شود)

از کلر دی اکسید به عنوان ضد عفونی کننده هوا نیز استفاده می شود و بعد از حملات سیاه زخم در سال 2001، در ایالات متحده به عنوان عامل اصلی پالایش ساختمانها مورد استفاده قرار گرفت.

کلر دی اکسید به عنوان اکسیدان در تخریب فنول در فاضلابها، کنترل گورخر و صدفهای کواگا در مصارف آبی و کنترل بو در وسایل پالاینده هوا مورد استفاده قرار می گیرد. از کلر دی اکسید تثبیت شده می توان در دهانشویه ها و برای درمان بیماریهای دهانی و بوی بد دهان استفاده کرد.

#### ایمنی

استعمال کلر دی اکسید ممکن است منجر به عوارض جدی مانند از دست دادن شدید آب بدن و در نتیجه فشار خون پایین، تهوع و اسهال و استفراغ شدید شود.

#### منابع :

[http://en.wikipedia.org/wiki/Chlorine\\_dioxide](http://en.wikipedia.org/wiki/Chlorine_dioxide)

<http://www.chloridos.co.uk>