Кислородсодержащие кислоты хлора

Кислородсодержащие кислоты хлора

Кислота	С.О. хлора	Название кислоты	Название аниона	Сила кислоты	Увеличение силы окислителя
$HClO$	+1	Хлорноватистая	Гипохлорит	Очень слабая ($2{,}8\cdot10^{-8}$)	
$HClO_2$	+3	Хлористая	Хлорит	Слабая ($1{,}1\cdot10^{-2}$)	
$HClO_3$	+5	Хлорноватая	Хлорат	Сильная (~10)	
$HClO_4$	+7	Хлорная	Перхлорат	Очень сильная (10^{10})	

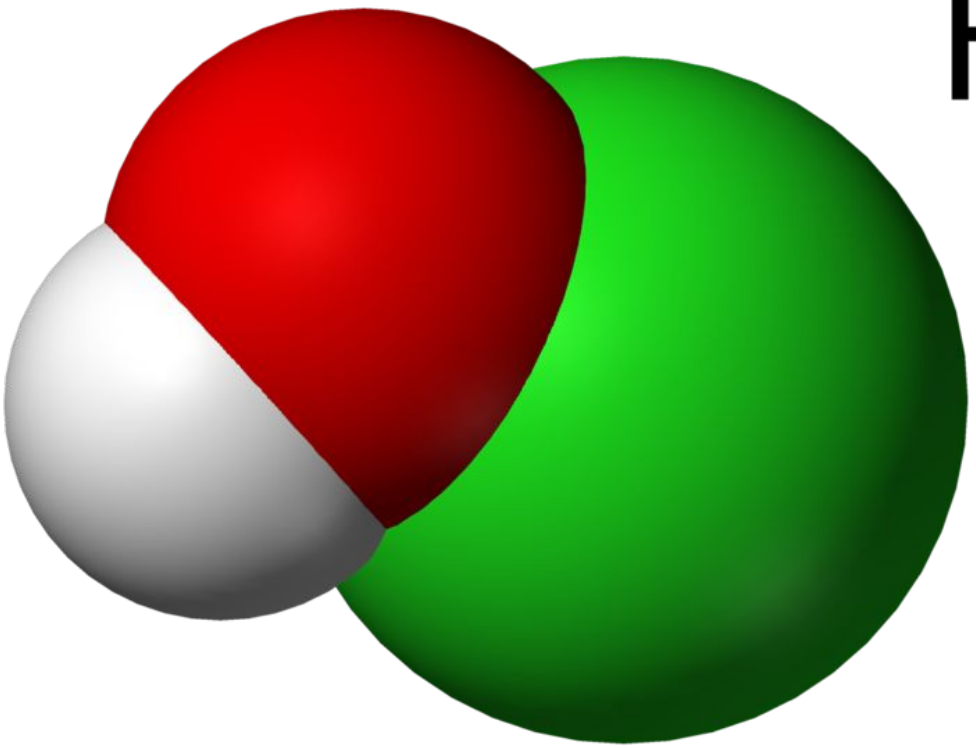
План:

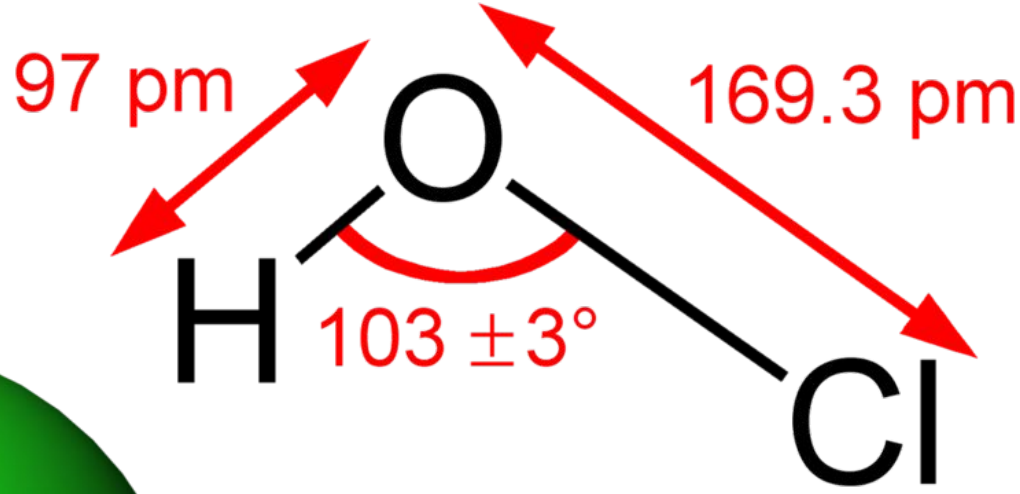
- Строение
- Физические свойства
- Получение
- Химические свойства
- Применение

Хлорноватистая кислота

HClO

Строение





Физические свойства

- В свободном виде не выделена.
- Существует в растворе, максимальная массовая доля 20-25% (зеленовато-желтоватый раствор).
- Обладает специфическим запахом.

Получение

1. Реакция хлора с влажным оксидом ртути:

$$2Cl_2 + H_2O + HgO = HgCl_2 + 2HClO$$

2. Растворение оксида хлора (I) в воде:

$$Cl_2O + H_2O = 2HClO$$

В промышленном масштабе производятся только соли: гипохлориты кальция, натрия, калия, лития (хлорированием известкового молока и соответствующих щелочей).

Химические свойства

Хлорноватистая кислота очень неустойчива и может (в зависимости от условий) разлагаться по трем направлениям:

$$HClO \begin{array}{l} \xrightarrow{h\upsilon} HCl + O_2 \\ \xrightarrow{t} HCl + HClO_3 \\ \xrightarrow{(*)} H_2O + Cl_2O \end{array}$$

Последняя реакция идет под действием водоотнимающих средств, например $CaCl_2$

Химические свойства

- Взаимодействует с основаниями:

$$HClO + NaOH = NaClO + H_2O$$

$$HClO + NH_3 \cdot H_2O_{(конц.)} = N_2 + 3NH_4Cl + 8H_2O$$

- Хлорноватистая кислота сильный окислитель:

$$MnS + 4HClO = MnSO_4 + 4HCl$$

$$HClO + 2HI = HCl + I_2 + H_2O$$

$$HClO + H_2O_2 = HCl + O_2 + H_2O$$

$$HClO + H_3AsO_3 = H_3AsO_4 + HCl$$

- Может взаимодействовать с другими кислотами хлора

$$HClO + HCl = Cl_2 + H_2O$$

$$HClO + HClO_2 = HCl + HClO_3$$

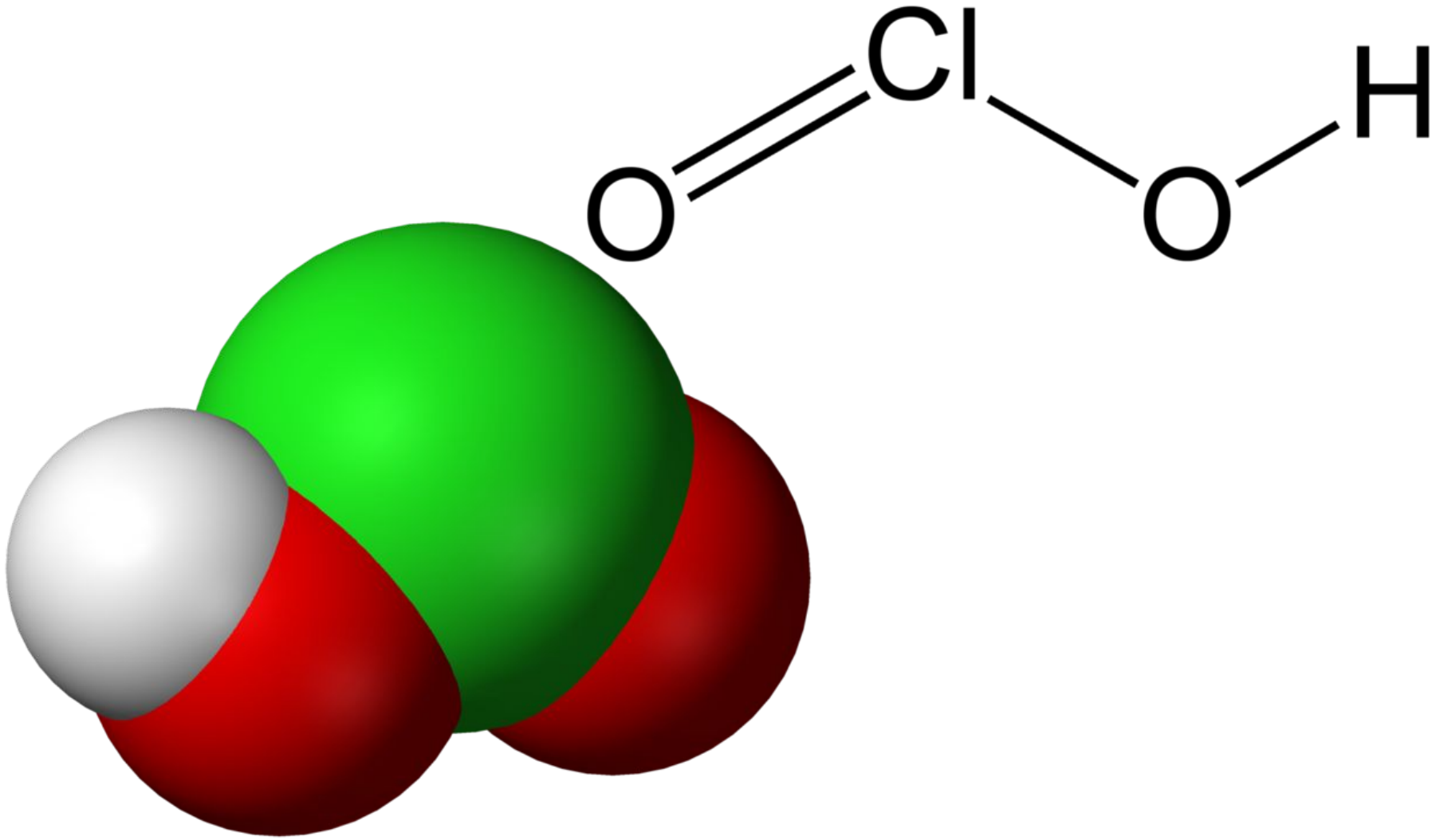
Применение

Хлорноватистая кислота и гипохлориты легко разлагаются с выделением атомарного кислорода и поэтому широко используются для отбелки целлюлозы и тканей, а также для санитарных целей. Однако в промышленном масштабе производят только гипохлориты (кальция, натрия и лития).

Хлористая кислота

$HClO_2$

Строение



Физические свойства

- В свободном виде не выделена.
- Существует в разбавленном бесцветном растворе.

Получение

- Раствор кислоты получают из её солей - хлоритов (образующихся в результате взаимодействия $HClO_2$ со щелочью):

$$Ba(ClO_2)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HClO_2$$

- Также хлористую кислоту можно получить по реакциям:

$$2ClO_2 + H_2O_2 = 2HClO_2 + O_2$$

$$ClF_3 + 2H_2O = 3HF + HClO_2$$

Химические свойства

- Хлористая кислота $HClO_2$ в свободном виде неустойчива, даже в разбавленном водном растворе она быстро разлагается:

$$4HClO_2 = HCl + HClO_3 + 2ClO_2 + H_2O$$

- Проявляет окислительно-восстановительные свойства

$$HClO_2 + 4HI = HCl + 2I_2 + 2H_2O$$

$$5HClO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 5HClO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

- Нейтрализуется щелочами

$$HClO_2 + NaOH = NaClO_2 + H_2O$$

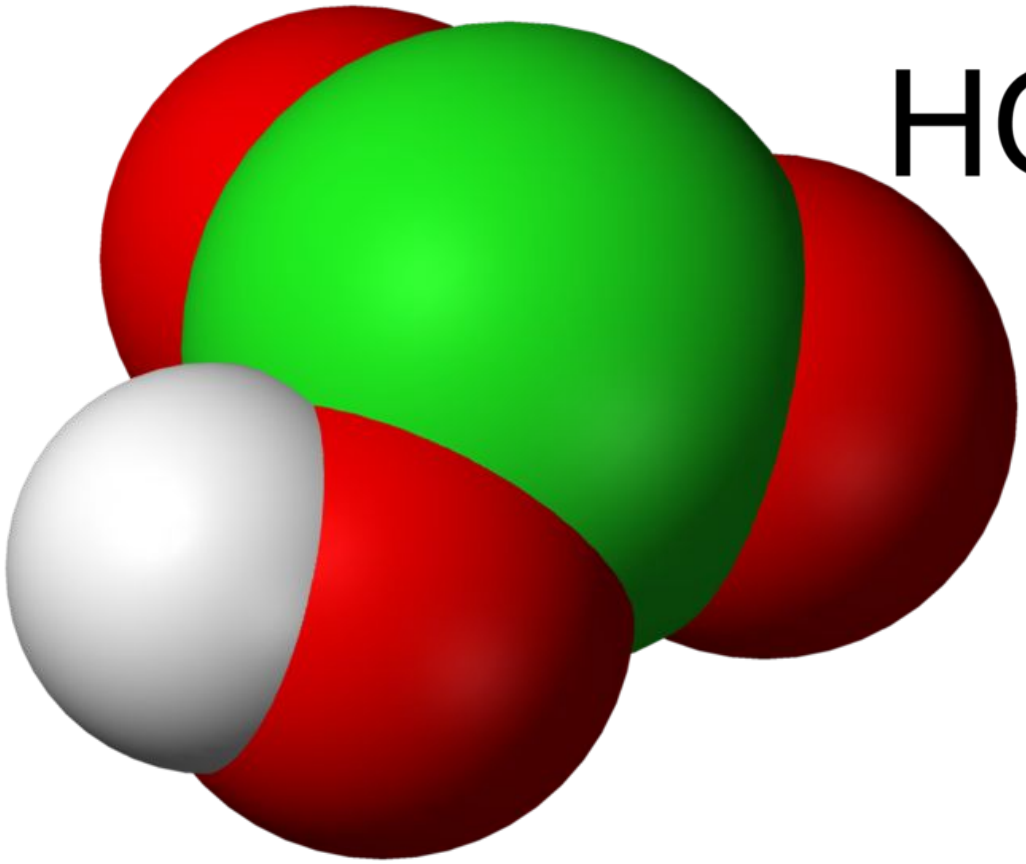
Применение

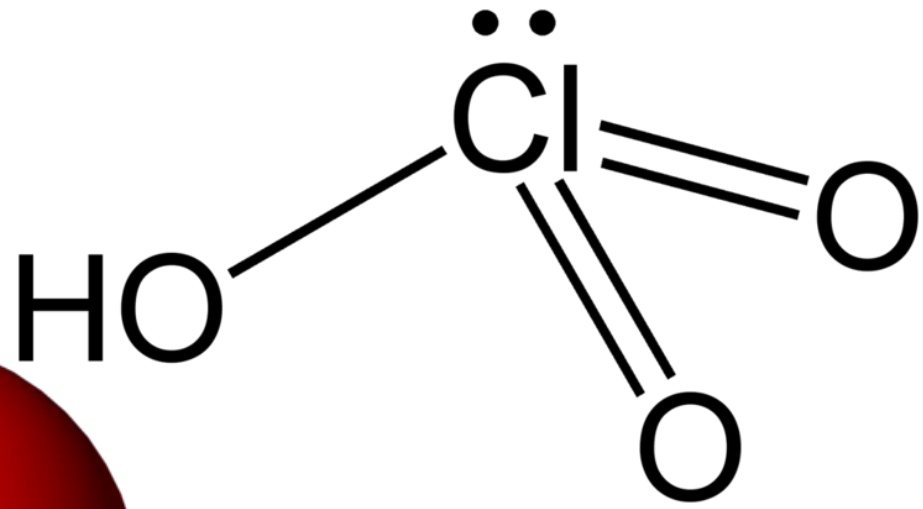
- Широко применяют только соли хлористой кислоты – хлориты.
- В частности наиболее широко используется хлорит натрия $NaClO_2$, применяемый для отбелки тканей и бумажной массы.

Хлорноватая кислота

$HClO_3$

Строение





Физические свойства

- В свободном виде не выделена.
- Существует в бесцветном растворе, максимальная массовая доля 40%.

Получение

- Разложение хлорноватистой кислоты при нагревании:

$$3HClO \xrightarrow{t} HClO_3 + 2HCl$$

- В лабораторных условиях хлорноватую кислоту получают при взаимодействии хлората бария с разбавленной серной кислотой:

$$Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HClO_3$$

Химические свойства

- Хлорноватая кислота — сильный окислитель; окислительная способность увеличивается с возрастанием концентрации и температуры.
- $HClO_3$ легко восстанавливается до соляной кислоты:

$$HClO_3 + 6HBr = 3Br_2 + 3H_2O + HCl$$

- В слабокислой среде $HClO_3$ восстанавливается сернистой кислотой H_2SO_3 до Cl^-, но при пропускании смеси SO_2 и воздуха сквозь сильнокислый раствор, образуется диоксид хлора:

$$2HClO_3 + SO_2 = 2ClO_2 + H_2SO_4$$

- В 40%-ной хлорноватой кислоте воспламеняется, например, фильтровальная бумага.
- При нагревании разлагается:

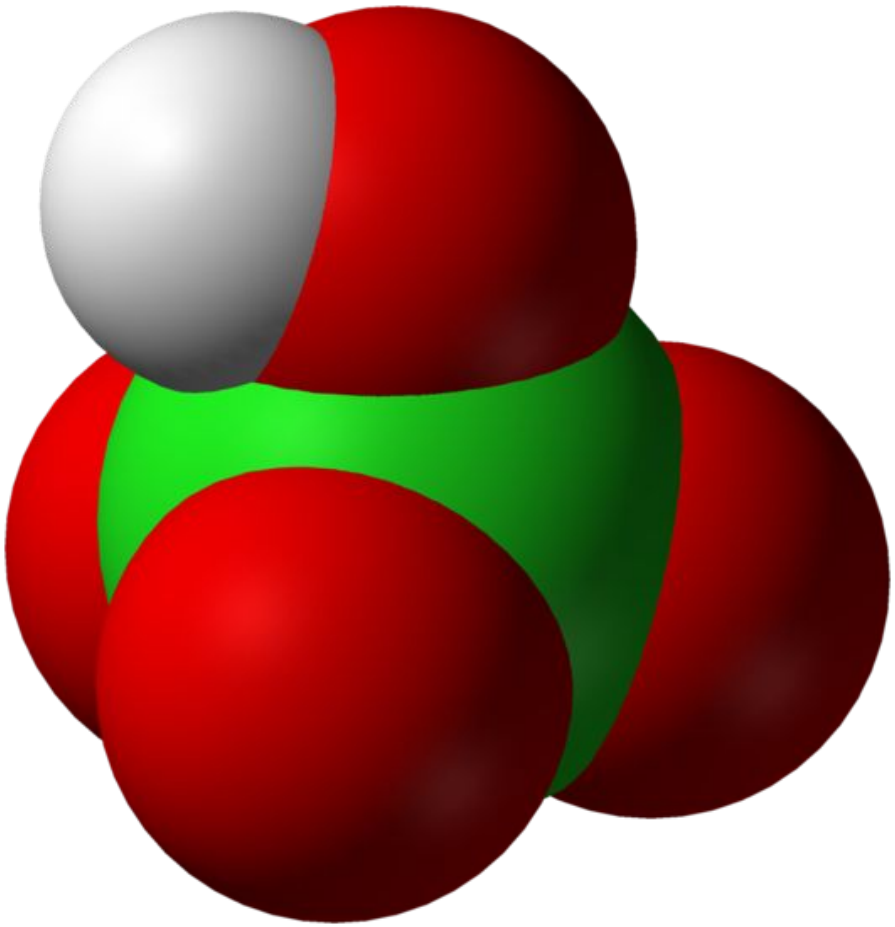
Применение

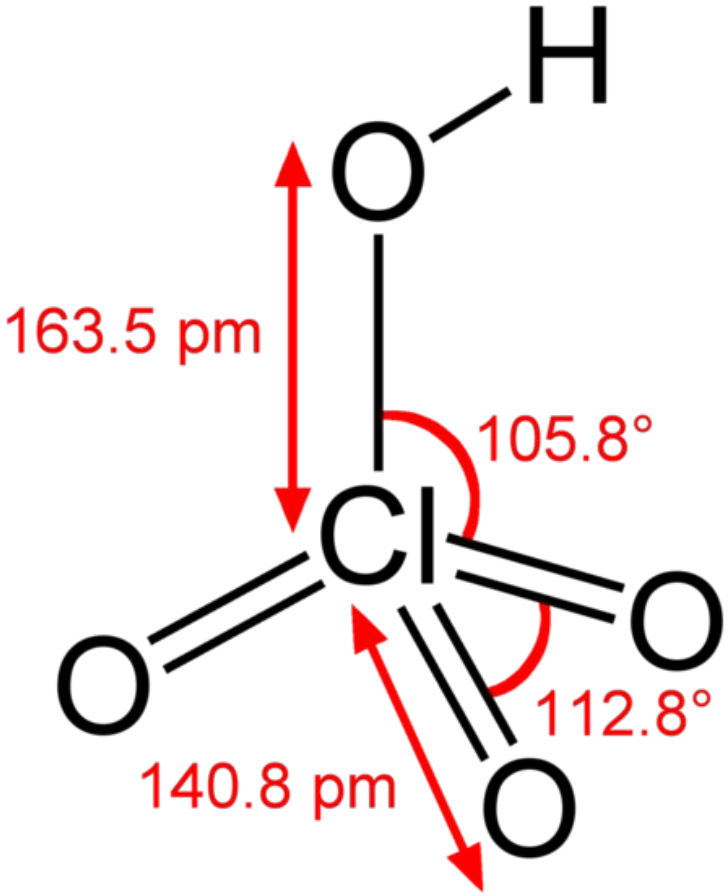
- Широко используют только соли хлорноватой кислоты – хлораты.
- Наибольшее практическое применение имеет хлорат калия $KClO_3$, потребляемый для производства спичек, пиротехнических составов, пороха, ракет.
- Другой хлорат – натрия используется для уничтожения сорняков.
- Также для борьбы с сорняками широко используют хлораты кальция и магния.

Хлорная кислота

$HClO_4$

Строение





Физические свойства

- Неустойчивая бесцветная летучая жидкость
- $t°_{кип.}$ = 110°C, $t°_{пл.}$ = -101°C.
- На воздухе сильно дымит.
- Вещество хорошо растворимо в хлор- и фторорганических растворителях, таких как CH_2Cl_2 (хлористый метилен), $CHCl_3$ (хлороформ) и другие.
- Хорошо смешивается с водой (H_2O) в любых соотношениях. Концентрированные растворы данной кислоты обладают немного маслянистой консистенцией.
- Плотность 1.76 г/см³.
- Водные растворы хлорной кислоты обладают хорошей электропроводимостью.

Получение

- Водные растворы хлорной кислоты получают электрохимическим окислением соляной кислоты

Процесс электрохимического синтеза хлорной кислоты на аноде описывается следующим суммарным уравнением:

$$HCl + 4H_2O - 8e^- \rightarrow HClO_4 + 8H^+$$

На катоде происходит выделение водорода.

- Также хлорную кислоту получают обменным разложением перхлоратов натрия или калия сильными неорганическими кислотами

$$KClO_4 + H_2SO_{4(конц)} = KHSO_4 + HClO_4$$

Химические свойства

- Хлорная кислота при хранении при комнатной температуре медленно разлагается, что обнаруживается по потемнению жидкости вследствие окрашивания ее продуктами разложения:

$$3HClO_4 \xrightarrow{t} Cl_2O_7 + HClO_4 \cdot H_2O$$

- Такая кислота опасна при хранении, так как может самопроизвольно взрываться. Поэтому обычно безводную хлорную кислоту не хранят, а стараются готовить непосредственно перед ее использованием.

Химические свойства

- Хлорная кислота слабый окислитель в разбавленном, сильный окислитель в концентрированном растворе при нагревании.
- Безводная хлорная кислота весьма реакционно-способна, при соприкосновении со многими легкоокисляющимися органическими веществами она взрывается. Элементарный фосфор и сера окисляются хлорной кислотой до фосфорной и серной кислоты:

$$4S + 3HClO_4 + 4H_2O = 4H_2SO_4 + 3HCl$$

- Иод окисляется хлорной кислотой:

$$2HClO_4 + I_2 + 4H_2O = 2H_5IO_6 + Cl_2$$

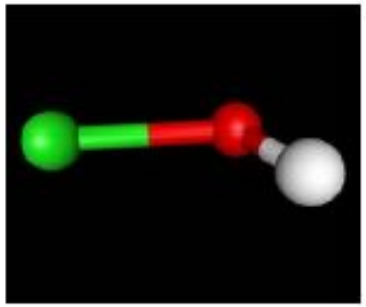
- Однако бром, хлор, а также HBr и HCl не взаимодействуют с нею даже при нагревании.

Применение

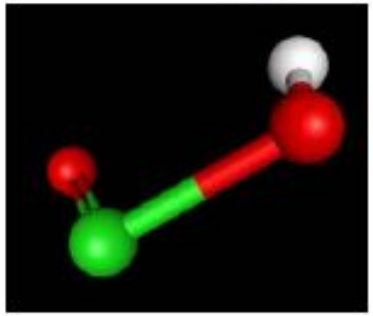
- Концентрированные водные растворы хлорной кислоты широко используются в аналитической химии (например, при количественном определении калия в виде малорастворимого перхлората калия), а также для получения перхлоратов.
- Хлорная кислота применяется при разложении сложных руд, при анализе минералов, а также в качестве катализатора.
- Соли хлорной кислоты: перхлорат калия малорастворим в воде, применяется в производстве взрывчатых веществ, перхлорат магния (ангидрон) — осушитель.

Сравнение силы кислот

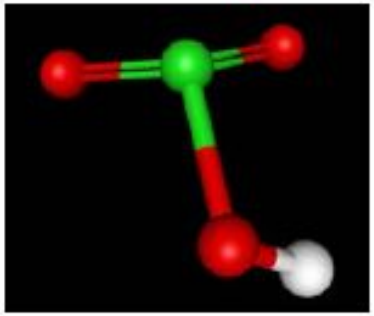
$HClO$



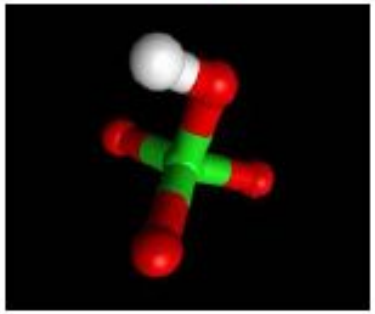
$HClO_2$



$HClO_3$



$HClO_4$



ослабление связи O-H

Увеличение кратности связи Cl-O

Увеличение силы и устойчивости кислот

Тест

1. $HBrO_2$

a) Бромоводородная кислота, сильная

b) Бромная кислота, сильная

c) Бромистая кислота, слабая

d) Бромноватистая, слабая

2. $HClO_4$

a) Хлорная кислота, сильная

b) Хлорноватая кислота, сильная

c) Хлористая кислота, слабая

d) Хлорноватистая кислота, слабая

3. Выберите формулу бертолетовой соли

Домашнее задание

- Учебник Еремин, Кузьменко:
- Учить §4, выполнить №2,5