

## Оглавление

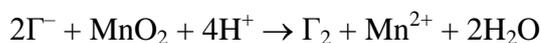
Лабораторная работа «Получение хлора и химические свойства галогенов» .....	1
Порядок выполнения эксперимента: .....	3
Опыт 1. Получение хлора. ....	3
Опыт 2. Взаимодействие хлора с простыми веществами. ....	4
Опыт 3. Окислительно-восстановительные свойства галогенов .....	4
Опыт 4. Восстановительные свойства галогенидов .....	5

## Лабораторная работа «Получение хлора и химические свойства галогенов»

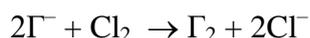
Элементы VII A группы (галогены) — фтор, хлор, бром и иод имеют внешнюю электронную оболочку  $ns2np5$ . Фтор проявляет степень окисления только  $-1$ , а остальные галогены от  $-1$  до  $+7$ .

Простые вещества — галогены — состоят из двухатомных молекул, которые остаются практически неизменными при переходах между твердым, жидким и газообразным состояниями.

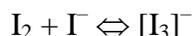
В лабораторных условиях галогены (за исключением фтора) получают окислением соответствующих галогенид-ионов сильным окислителем, чаще всего  $MnO_2$ , например:



Для получения брома и иода часто используют вытеснение их из галогенидов хлором:

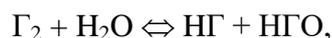


Поскольку молекулы галогенов неполярны, они гораздо лучше растворяются в неполярных растворителях ( $C_6H_6$ ,  $CCl_4$  и т. п.), чем в воде. Растворимость иода в воде можно увеличить добавлением иодида калия, который образует с  $I_2$  комплексный ион  $[I_3]^-$ :



Изменение цвета иода в растворах по сравнению с парами чистого иода указывает на образование в растворе сольватов.

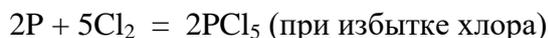
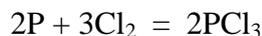
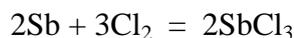
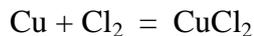
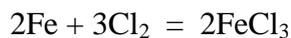
В водных растворах галогенов (за исключением фтора, который не растворяется в воде, а активно разлагает ее) устанавливается равновесие:



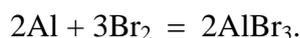
которое смещено в сторону исходных веществ (сильнее всего для иода, слабее всего для хлора). Поскольку оба продукта этой реакции — кислоты, равновесие в щелочной среде смещается вправо.

Галогены легко вступают во взаимодействие практически со всеми металлами и многими неметаллами. Большинство таких реакций протекает с выделением большого количества

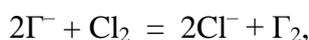
теплоты, поэтому многие вещества горят не только во фторе и хлоре, но и в жидком бrome и даже в смеси с твердым иодом:



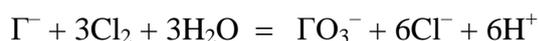
(такие же реакции идут с бромом и его парами)



Окислительная способность галогенов в водных растворах в ряду  $\text{Cl}_2$ — $\text{Br}_2$ — $\text{I}_2$  ослабевает (табл. 8 Приложения). Хлор является настолько сильным окислителем, что может окислять бромиды и иодиды не только до  $\text{Br}_2$  и  $\text{I}_2$ :

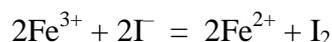


но и до оксокислот  $\text{HGO}_3$ :



(здесь  $\text{Г} = \text{Br}$  или  $\text{I}$ ).

Иод — довольно слабый окислитель, а иодид-ионы показывают заметные восстановительные свойства. В частности, они восстанавливают ионы  $\text{Fe}^{3+}$  до  $\text{Fe}^{2+}$ :

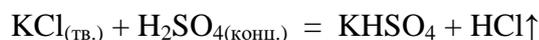


Эта реакция идет даже в том случае, когда ионы  $\text{Fe}^{3+}$  связаны в умеренно прочный комплекс, например, роданидный.

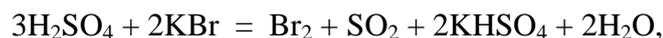
Восстановительные свойства галогенид-ионов в ряду  $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Br}^- \rightarrow \text{I}^-$  возрастают, о чем свидетельствует уменьшение стандартных электродных потенциалов процессов (табл. 8 Приложения):



Вследствие этого концентрированная серная кислота взаимодействует с твердым хлоридом калия с образованием только газообразного  $\text{HCl}$ :



При взаимодействии с бромидом калия подобная реакция дополнительно сопровождается окислительно-восстановительным процессом:



из-за которого выделяющийся  $\text{HBr}$  содержит примесь паров брома.

При реакции концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с иодидом происходит более глубокое восстановление серной кислоты:



а образование  $\text{HI}$  практически отсутствует.

Большинство галогенидов металлов хорошо растворяются в воде. Исключение составляют, например, галогениды серебра, из которых хорошо растворим только фторид.

**Опыты с галогенами необходимо проводить очень осторожно в вытяжном шкафу в присутствии преподавателя.**

**Реактивы:**

*Твердые вещества:* Sn (фольга), Cu (проволока), Fe (проволока), Sb (порошок), P красный,  $MnO_2$ , KCl, KBr, KI.

*Растворы:* концентрированные  $H_2SO_4$  и HCl; 20%  $H_2SO_4$ ; 10% NaOH, 1 M HCl, свежеприготовленные насыщенные  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  в KI, 0,1 M растворы KBr, KI.

*Жидкости:* бензол.

*Индикаторы:* иодкрахмальная, лакмусовая, пропитанная раствором  $Pb(NO_3)_2$ .

**Оборудование:**

Горелка, пробирки, пипетки на 2, 5, 10 мл; колбы конические на 100–300 мл, прибор для получения хлора, асбестовая сетка, ложечки для сжигания, фарфоровая ступка.

*Целью настоящей работы* является получение хлора и изучение его реакционной способности.

Хлор получают окислением соответствующих галогенид-ионов в кислой среде, в качестве источника ионов  $Cl^-$  используется концентрированная соляная кислота.

**Порядок выполнения эксперимента:**

**Опыт 1. Получение хлора.**

Соберите прибор для получения хлора, как показано на рис. 1.2.

В колбу Вюрца насыпьте около 2 г оксида марганца (IV). В промывалку налейте небольшое количество концентрированной серной кислоты. В капельную воронку налейте до половины объема концентрированную соляную кислоту. Открыв кран капельной воронки, налейте соляную кислоту в колбу так, чтобы она полностью покрыла порошок  $MnO_2$ . Если поток выделяющегося хлора недостаточен (это можно заметить при наблюдении прохождения его пузырьков сквозь промывалку), подогрейте колбу Вюрца на слабом огне газовой горелки.

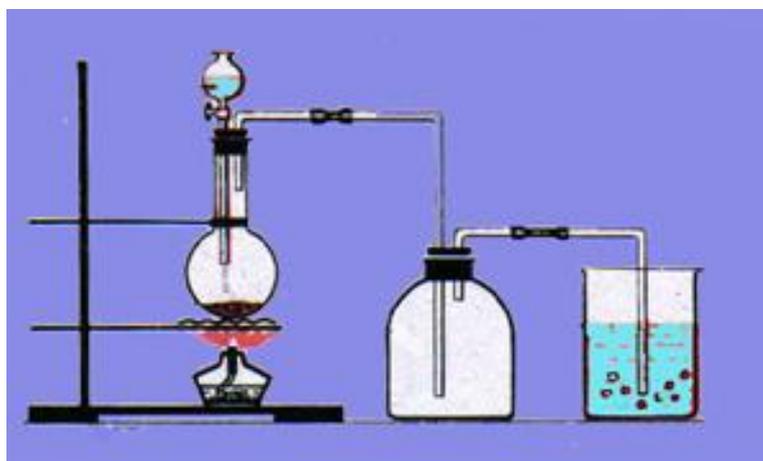


Рис. 1. Прибор для получения хлора

Наполните хлором четыре стеклянных цилиндра или конических колбы и закройте их стеклянными пластинками. Оставьте заполненные хлором колбы для опыта 2.

Приготовьте хлорную воду, пропуская хлор в воду (10–20 мл) в течение ~3 мин. Полученный раствор сохраните для опыта 4.

**Вопросы и задания:**

- 1) *Опишите наблюдения. Укажите цвет хлора.*
- 2) *Напишите уравнение реакции получения хлора.*
- 3) *Рассчитайте плотность хлора по воздуху.*
- 4) *Напишите уравнения реакций, протекающих в хлорной воде. Перечислите все молекулы и ионы образующиеся при этом.*
- 5) *Объясните, зачем полученный в опыте хлор пропускают через концентрированную серную кислоту?*

**Опыт 2. Взаимодействие хлора с простыми веществами.**

Возьмите 4 колбы, заполненные хлором, полученным в опыте 1.

В колбу № 1 внесите предварительно нагретую докрасна медную или железную проволочку.

В колбу № 2 — нагретую оловянную фольгу.

В колбу № 3 в ложечке для сжигания внесите немного красного фосфора (если он сам не загорится в хлоре, сначала подожгите его на воздухе).

В колбу № 4 понемногу высыпайте со шпателя порошок сурьмы.

**Вопросы и задания:**

- 1) *Опишите наблюдения.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Являются ли энтальпии данных реакций энтальпиями образования полученных веществ?*

**Опыт 3. Окислительно-восстановительные свойства галогенов**

Возьмите 3 пробирки.

В первую налейте 10 капель 0,1 М раствора  $KBr$ , во вторую и третью по 10 капель 0,1 М раствора  $KI$ . В первые две пробирки прибавьте по 3 капли хлорной воды, а в третью— 3 капли бромной. Перемешайте растворы. Затем в каждую из пробирок добавьте немного бензола (так, чтобы образовалось слой толщиной 2–3 мм), еще раз хорошо размешайте содержимое пробирок и отметьте, изменилась ли окраска бензольного слоя.

В первые две пробирки добавьте хлорной воды до исчезновения окраски иода в органическом растворителе.

**Вопросы и задания:**

- 1) *Опишите наблюдения.*
- 2) *Напишите уравнения реакций.*
- 3) *Объясните, почему слой бензола, окрашенный иодом, обесцвечивается при добавлении хлорной воды..*

#### Опыт 4. Восстановительные свойства галогенидов

В три пробирки налейте по 0,5 мл концентрированной серной кислоты. В первую внесите на кончике шпателя кристаллический хлорид калия (или натрия), во вторую — бромид калия (или натрия), в третью — иодид калия (или натрия).

К отверстию каждой пробирки поднесите поочередно смоченные водой иодкрахмальную, лакмусовую и пропитанную раствором  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  бумажки. Наблюдайте за протеканием реакций.

#### **Вопросы и задания:**

- 1) *Опишите наблюдения.*
- 2) *Напишите уравнения реакций. Вычислите, их  $\Delta E^0$  и константы равновесия.*
- 3) *Охарактеризуйте изменение восстановительных свойств галогенид-ионов в ряду  $\text{Cl}^- - \text{Br}^- - \text{I}^-$ ?*
- 4) *Для чего используются смоченные водой иодкрахмальная, лакмусовая и пропитанная раствором  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  бумажки.*