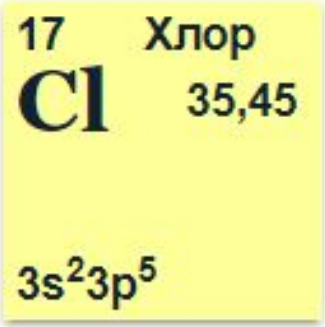
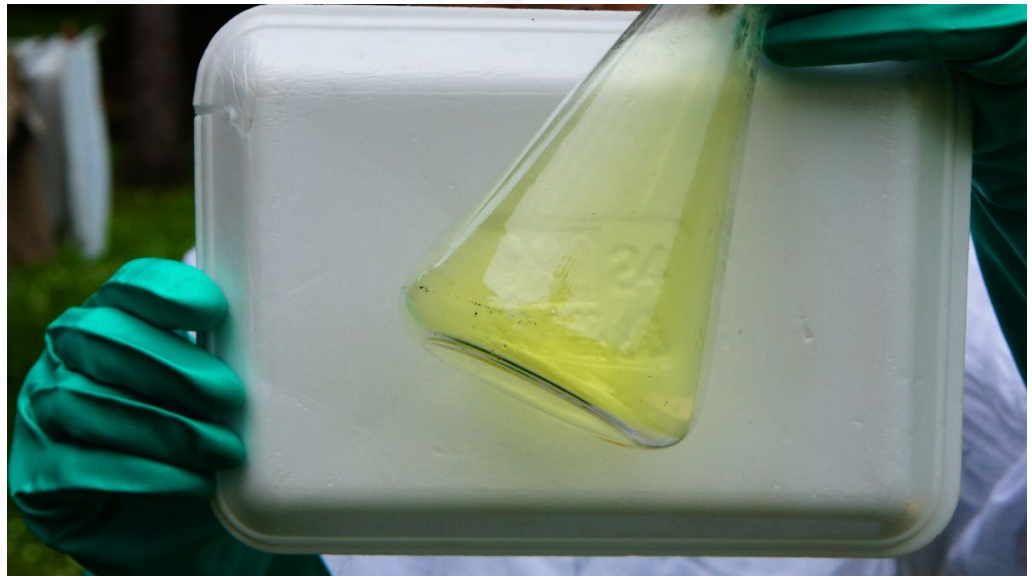
Лекция 5. Хлор. Химические свойства и применение.

Хлор

Хлор — химический элемент с атомным номером 17.

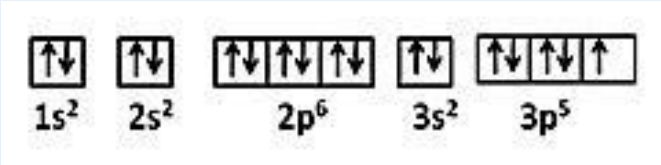


При нормальных условиях хлор
– ядовитый удушающий газ желтовато-зелёного цвета, тяжелее воздуха, с резким запахом и сладковатым, «металлическим» вкусом.



Молекула хлора двухатомная (формула Cl_2).

Характеристика хлора по таблице Менделеева

Характеристика	Значение
Номер	17
Группа, подгруппа	VIIA или 17
Период	3
Заряд ядра	+17
Массовое число	35,5
Электронная формула	

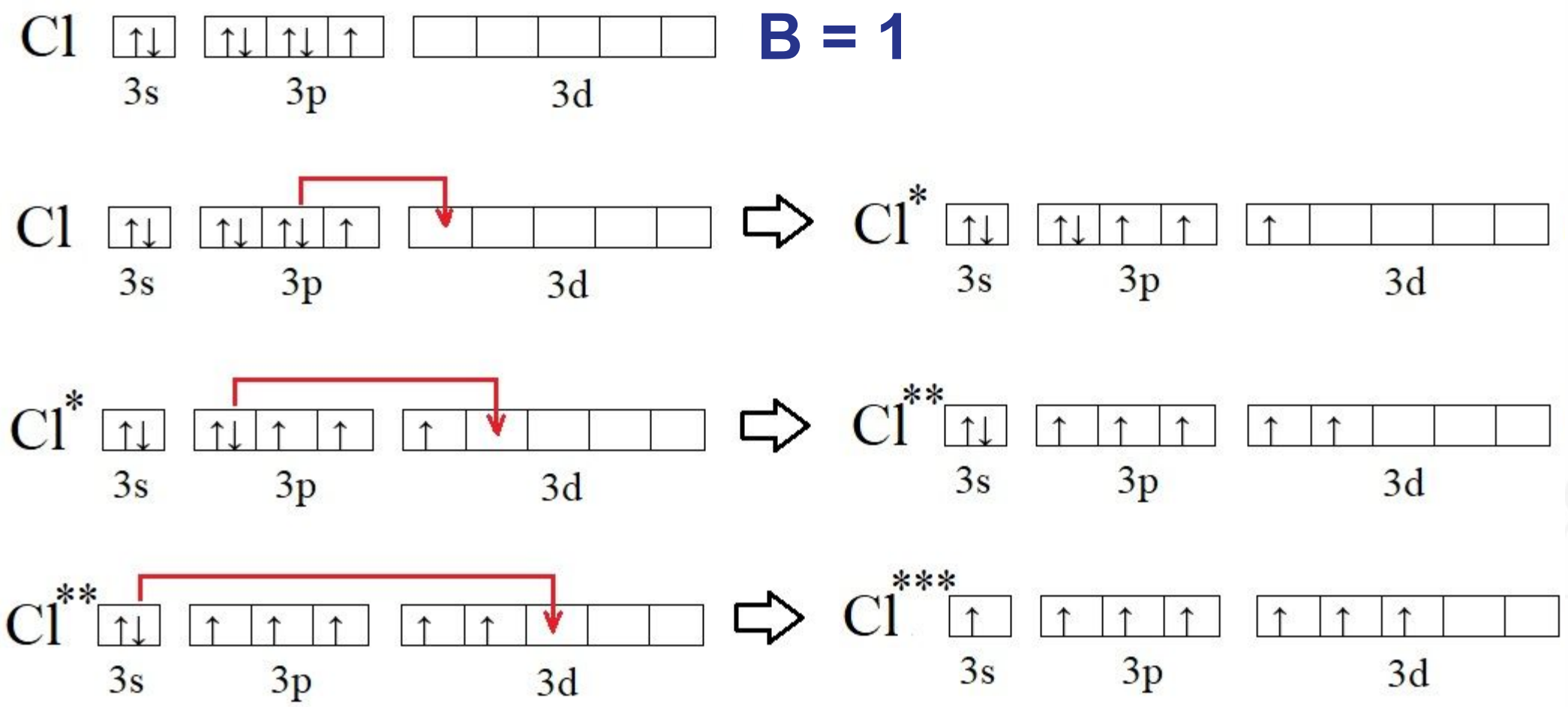
Химические свойства хлора

Хлор очень **активен** - он непосредственно соединяется почти со всеми элементами периодической системы, металлами и неметаллами (кроме углерода, азота, кислорода и инертных газов).

Хлор очень **сильный окислитель**.

На валентном уровне атома хлора содержится 1 неспаренный электрон, поэтому **валентность, равная 1**, для атома хлора очень **стабильна**.

Возбуждённое состояние



Химические свойства хлора

1. Взаимодействие с **водородом** – активно реагирует на свету или при нагревании (иногда со взрывом):

$$Cl_2 + H_2 = 2HCl$$

2. Взаимодействие с **металлами** – непосредственно реагирует почти со всеми металлами:

$$2Na + Cl_2 = 2NaCl$$

$$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$$

Химические свойства хлора

3. Взаимодействие с **неметаллами** – напрямую с углеродом, азотом и кислородом хлор не реагирует; нет реакции с инертными газами; со **фтором** образует фториды:

$$Cl_2 + F_2 = 2ClF$$

$$Cl_2 + 3F_2 = 2ClF_3$$

$$Cl_2 + 5F_2 = 2\ ClF_5$$

Реагирует с **фосфором**:

$$5Cl_2 + 2P = 2PCl_5$$

Химические свойства хлора

4. Взаимодействие с **водой** – при взаимодействии диспропорционирует, образуя хлорноватистую и соляную кислоты (**хлорную воду**):

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrows HCl + HClO$$

5. Взаимодействие с **щелочами** – также диспропорционирует, образуя соли хлорноватистой и соляной кислот, при нагревании может образовывать также соль хлорноватой кислоты:

$$Cl_2 + NaOH = NaCl + NaClO + H_2O$$

Задание №1

Уравняйте следующую реакцию методом электронного баланса:

$$NaOH + Cl_2 = NaCl + NaClO_3 + H_2O$$

Ответ: $6NaOH + 3Cl_2 \rightarrow 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$

Химические свойства хлора

6. Взаимодействие с **солями других галогенов (Br, I)** – более активный галоген может вытеснить менее активный из его соли:

$$Cl_2 + 2NaBr = Br_2 + 2NaCl$$

7. Взаимодействие с **монооксидом углерода** – образуется фосген:

$$Cl_2 + CO = COCl_2$$

Фосген очень активен во многих реакциях присоединения, благодаря этому активно используется в органическом синтезе (красители, термопласты, поликарбонаты)

Химические свойства хлора

8. Взаимодействие с **сухим гидроксидом кальция ($Ca(OH)_2$)** – получается хлорная известь:

$$Cl_2 + Ca(OH)_2 = CaCl(OCl) + H_2O$$

9. Взаимодействие с **аммиаком** – образуется трёххлористый азот:

$$3Cl_2 + 4NH_3 = NCl_3 + 3NH_4Cl$$

Задание №2

Определите, с какими из следующих веществ будет реагировать хлор:

1. C
2. H_2O
3. Na
4. N_2
5. HI

Запишите уравнения реакций

Ответ

2. $Cl_2 + H_2O = HClO + HCl$

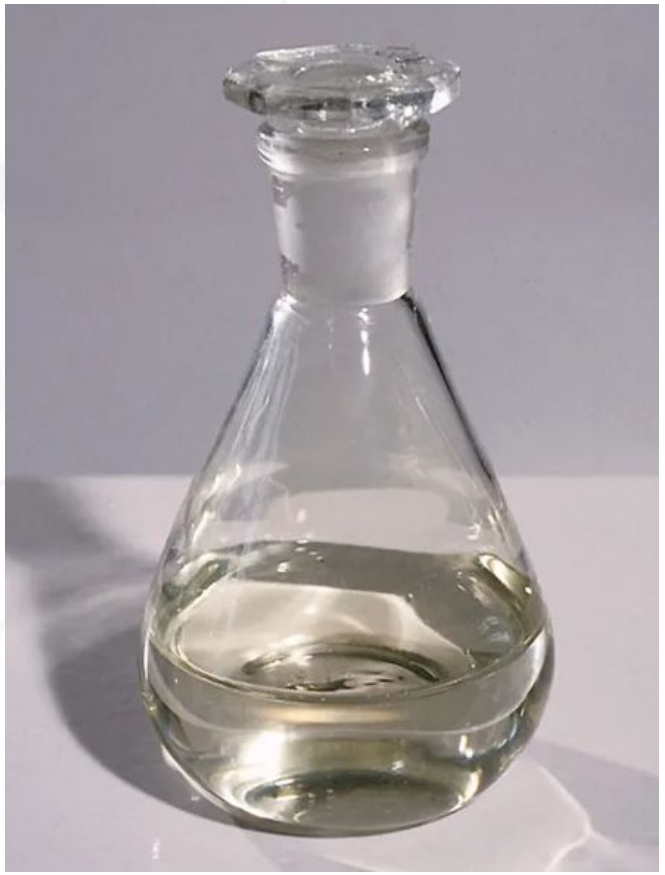
3. $Cl_2 + 2Na = 2NaCl$

5. $Cl_2 + 2HI = 2HCl + I_2$

Хлорная вода

– водный раствор хлора, который содержит смесь соляной и хлорноватистой кислот ($HCl + HClO$) и молекулы хлора (Cl_2).

Сильный окислитель благодаря образованию атомарного кислорода в момент выделения. Является одним из немногих веществ, растворяющих золото.



Применение: обеззараживание воды в бассейнах способом хлорирования; очень слабый раствор хлора в питьевой воде обеспечивает обеззараживание без нанесения большого ущерба здоровью.

Получение хлора в промышленности

Химические методы получения хлора **малоэффективны** и **затратны**.

1. Метод Шееле:

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

2. Метод Дикона – каталитическое окисление хлороводорода кислородом воздуха:

$$4HCl + O_2 = 2H_2O + 2Cl_2$$

Получение хлора в лаборатории

В лабораторной практике обычно используется сжиженный хлор в баллонах.

1. Действие кислоты на гипохлорит натрия:

$$NaClO + HCl = NaCl + Cl_2 + H_2O$$

$$4NaClO + 4CH_3COOH = 4CH_3COONa + 2Cl_2 + O_2 + 2H_2O$$

2. Процессы, основанные на окислении хлороводорода сильными окислителями (см. задание №3).

Задание №3

Уравняйте следующую реакцию методом электронного баланса:

$$KMnO_4 + HCl = KCl + MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$$

Ответ: $16HCl + 2KMnO_4 \rightarrow 5Cl_2 + 2MnCl_2 + 2KCl + 8H_2O$

Применение хлора

Хлор используется для обеззараживания воды, производства соляной кислоты, а также пластмасс, каучуков, растворителей, красителей.

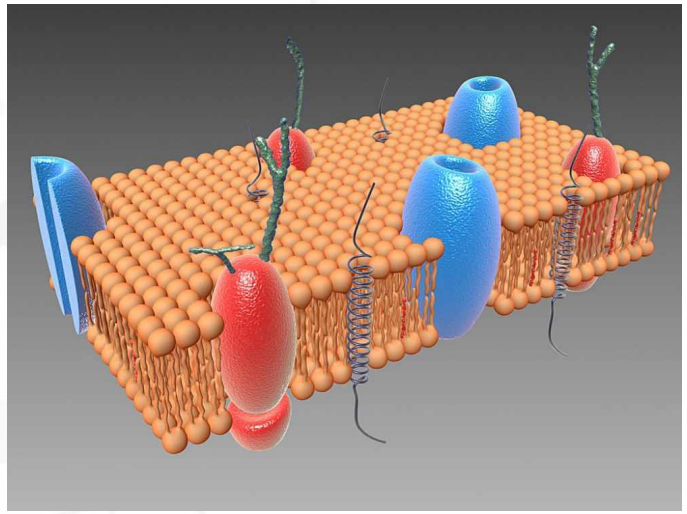
Поваренная соль **NaCl** добавляется в пищу, а калийную соль **KCl** вносят в почву в качестве калийного удобрения.

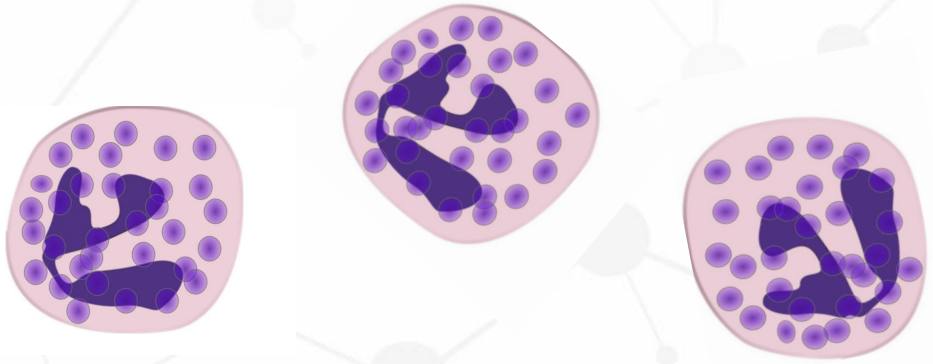
Соединения **брома** и **йода** используются в медицине для лечения и профилактики некоторых заболеваний. Спиртовой раствор иода применяется при обработке ран и царапин.

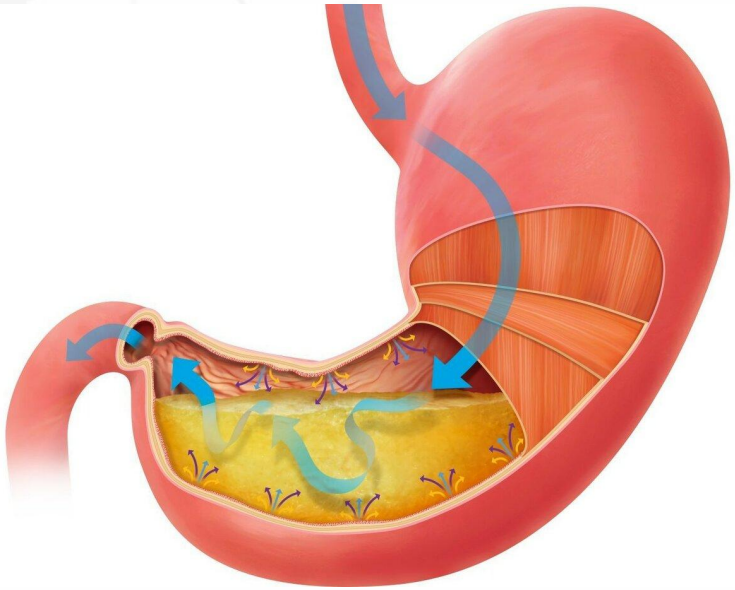
Роль хлора в организме

В организме **хлор**:

- регулирует количество жидкости,
- обеспечивает осмотическое давление в жидких средах, постоянство мембранного потенциала и потенциала действия,
- присутствует в составе соляной кислоты желудка и хлорной кислоты нейтрофилов, ликвидирующей микроорганизмы.







Задание №4

Известно, что в концентрация соляной кислоты в желудке составляет порядка 0,4-**0,5 %**.

Определите, какое количество HCl содержится в 1 кг желудочного сока.

Решение

1. $m(HCl) = w \cdot m(сока) = \frac{0{,}5\ \% \cdot 1\ кг}{100\ \%} = 0{,}005\ кг = 5\ г$

2. **n(HCl)** = m(HCl) / M(HCl) = 5 г / 36,5 г/моль = **0,137 моль**

Минералы, содержащие хлор

бишофит
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$

карналлит
$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$

каинит
$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$

Задание №5

Определите массовое содержание хлора в карналите ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$)

Решение

1. $Mr(KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O) = 1 \cdot 39 + 1 \cdot 35{,}5 + 1 \cdot 24 + 2 \cdot 35{,}5 + 6 \cdot 18 = 277{,}5$ (а.е.м.)

2. $Mr(Cl) = 3 \cdot 35{,}5 = 106{,}5$ (а.е.м.)

3. $X = Mr(Cl) / Mr(KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O) = 106{,}5 / 277{,}5 =$ **0,384** = **38,4 %**

Применение хлора как боевого отравляющего вещества

Хлор был одним из первых **химических отравляющих веществ**, использованных Германией в Первую мировую войну, впервые применен в 1915 году во время битвы при Ипре.

Хлор — токсичный удушающий газ, сильный ***ирритант***, при попадании в лёгкие вызывает ожог лёгочной ткани.

Как вы думаете, какая реакция при этом протекает в лёгких?

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrows HCl + HClO$$

Выводы

- Хлор – элемент №17 в таблице Менделеева, находится в 3 периоде, в главной подгруппе VII группы.
- Данный элмент обладает ярко выраженными окислительными свойствами.
- Хлор вступает в реакции с металлами, некоторыми неметаллами и сложными веществами.