

| VII                            |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| а                              | б                             |
|                                |                               |
| <b>F</b> 9<br>ФТОР<br>18,998   | 7<br>2                        |
| <b>Cl</b> 17<br>ХЛОР<br>35,453 | 7<br>8<br>2                   |
|                                |                               |
| <b>Br</b> 35<br>БРОМ<br>79,904 | 7<br>18<br>8<br>2             |
|                                |                               |
| <b>I</b> 53<br>ИОД<br>126,905  | 7<br>18<br>18<br>50<br>2      |
|                                |                               |
| <b>At</b> 85<br>АСТАТ<br>[210] | 7<br>18<br>32<br>18<br>8<br>2 |

# ГАЛОГЕНЫ

# Положение галогенов в ПСХЭ

| Периоды       | Группы элементов                   |                                   |                                     |                                       |                                   |                                    |                                     |                                    |                                     |                                    |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
|               | I                                  | II                                | III                                 | IV                                    | V                                 | VI                                 | VII                                 | VIII                               |                                     |                                    |
| 1             | <b>H</b> 1<br>1,00797<br>Водород   |                                   |                                     |                                       |                                   |                                    |                                     |                                    | <b>He</b> 2<br>4,0026<br>Гелий      |                                    |
| 2             | <b>Li</b> 3<br>6,939<br>Литий      | <b>Be</b> 4<br>9,0122<br>Бериллий | <b>B</b> 5<br>10,811<br>Бор         | <b>C</b> 6<br>12,01115<br>Углерод     | <b>N</b> 7<br>14,0067<br>Азот     | <b>O</b> 8<br>15,9994<br>Кислород  | <b>F</b> 9<br>18,998<br>Фтор        |                                    | <b>Ne</b> 10<br>20,183<br>Неон      |                                    |
| 3             | <b>Na</b> 11<br>22,9898<br>Натрий  | <b>Mg</b> 12<br>24,312<br>Магний  | <b>Al</b> 13<br>26,9815<br>Алюминий | <b>Si</b> 14<br>28,086<br>Кремний     | <b>P</b> 15<br>30,9738<br>Фосфор  | <b>S</b> 16<br>32,064<br>Сера      | <b>Cl</b> 17<br>35,453<br>Хлор      |                                    | <b>Ar</b> 18<br>39,948<br>Аргон     |                                    |
| 4             | <b>K</b> 19<br>39,102<br>Калий     | <b>Ca</b> 20<br>40,08<br>Кальций  | <b>Sc</b> 21<br>44,956<br>Скандий   | <b>Ti</b> 22<br>47,90<br>Титан        | <b>V</b> 23<br>50,942<br>Ванадий  | <b>Cr</b> 24<br>51,996<br>Хром     | <b>Mn</b> 25<br>54,938<br>Марганец  | <b>Fe</b> 26<br>55,847<br>Железо   | <b>Co</b> 27<br>58,9332<br>Кобальт  | <b>Ni</b> 28<br>58,71<br>Никель    |
| 5             | <b>Cu</b> 29<br>63,546<br>Медь     | <b>Zn</b> 30<br>65,37<br>Цинк     | <b>Ga</b> 31<br>69,723<br>Галлий    | <b>Ge</b> 32<br>72,59<br>Германий     | <b>As</b> 33<br>74,9216<br>Мышьяк | <b>Se</b> 34<br>78,96<br>Селен     | <b>Br</b> 35<br>79,904<br>Бром      |                                    | <b>Kr</b> 36<br>83,80<br>Криптон    |                                    |
| 6             | <b>Rb</b> 37<br>85,47<br>Рубидий   | <b>Sr</b> 38<br>87,62<br>Стронций | <b>Y</b> 39<br>88,905<br>Иттрий     | <b>Zr</b> 40<br>91,224<br>Цирконий    | <b>Nb</b> 41<br>92,906<br>Ниобий  | <b>Mo</b> 42<br>95,94<br>Молибден  | <b>Tc</b> 43<br>98,9062<br>Технеций | <b>Ru</b> 44<br>101,072<br>Рутений | <b>Rh</b> 45<br>102,9055<br>Родий   | <b>Pd</b> 46<br>106,42<br>Палладий |
| 7             | <b>Ag</b> 47<br>107,868<br>Серебро | <b>Cd</b> 48<br>112,40<br>Кадмий  | <b>In</b> 49<br>114,82<br>Индий     | <b>Sn</b> 50<br>118,69<br>Олово       | <b>Sb</b> 51<br>121,75<br>Сурьма  | <b>Te</b> 52<br>127,60<br>Теллур   | <b>I</b> 53<br>126,9045<br>Йод      |                                    | <b>Xe</b> 54<br>131,30<br>Ксенон    |                                    |
| 8             | <b>Cs</b> 55<br>132,905<br>Цезий   | <b>Ba</b> 56<br>137,34<br>Барий   | <b>La</b> 57<br>138,81<br>Лантан    | <b>Hf</b> 72<br>178,49<br>Гафний      | <b>Ta</b> 73<br>180,948<br>Тантал | <b>W</b> 74<br>183,85<br>Вольфрам  | <b>Re</b> 75<br>186,207<br>Рений    | <b>Os</b> 76<br>190,23<br>Осмий    | <b>Ir</b> 77<br>192,22<br>Иридий    | <b>Pt</b> 78<br>195,09<br>Платина  |
| 9             | <b>Au</b> 79<br>196,967<br>Золото  | <b>Hg</b> 80<br>200,59<br>Ртуть   | <b>Tl</b> 81<br>204,37<br>Таллий    | <b>Pb</b> 82<br>207,19<br>Свинец      | <b>Bi</b> 83<br>208,980<br>Висмут | <b>Po</b> 84<br>[209]<br>Полоний   | <b>At</b> 85<br>[210]<br>Астат      |                                    | <b>Rn</b> 86<br>[222]<br>Радон      |                                    |
| 10            | <b>Hf</b> 72<br>[223]<br>Франций   | <b>Ra</b> 88<br>[226]<br>Радий    | <b>Ac</b> 89<br>[227]<br>Актиний    | <b>Rf</b> 104<br>[261]<br>Резерфордий | <b>Db</b> 105<br>[262]<br>Дубний  | <b>Sg</b> 106<br>[263]<br>Сиборгий | <b>Bh</b> 107<br>[264]<br>Борий     | <b>Hs</b> 108<br>[265]<br>Хассий   | <b>Mt</b> 109<br>[266]<br>Мейтнерий |                                    |
| Высшие оксиды | R <sub>2</sub> O                   | RO                                | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>       | RO <sub>2</sub>                       | R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>     | RO <sub>3</sub>                    | R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>       |                                    | RO <sub>4</sub>                     |                                    |
| ЛВС           |                                    |                                   |                                     | RH <sub>4</sub>                       | RH <sub>3</sub>                   | RH <sub>2</sub>                    | RH                                  |                                    |                                     |                                    |



# Общая характеристика

- К элементам VII группы, главной подгруппы относятся фтор **F**, хлор **Cl**, бром **Br**, иод **I**, астат **At**
- Общее название - **галогены** (греч. «солеобразующие») - большинство их соединений с металлами представляют собой типичные соли (KCl, NaCl и т.д.).



# Галогены в природе

- В свободном виде не встречаются



# Галит NaCl



# Галогены в природе

**Сильвинит**  
 **$\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$**



# Нахождение галогенов в природе

---



Апатит  $3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 * \text{CaF}_2$

# AgI (йодаргирит)- примесь к другим минералам



# Галогены в природе

- Иод — элемент редкий

**Иодиды в морской воде**

- 20 — 30 мг на тонну морской воды

**В живых организмах, больше всего  
в водорослях**

**5 кг на тонну высушенной морской  
капусты (ламинарии)**



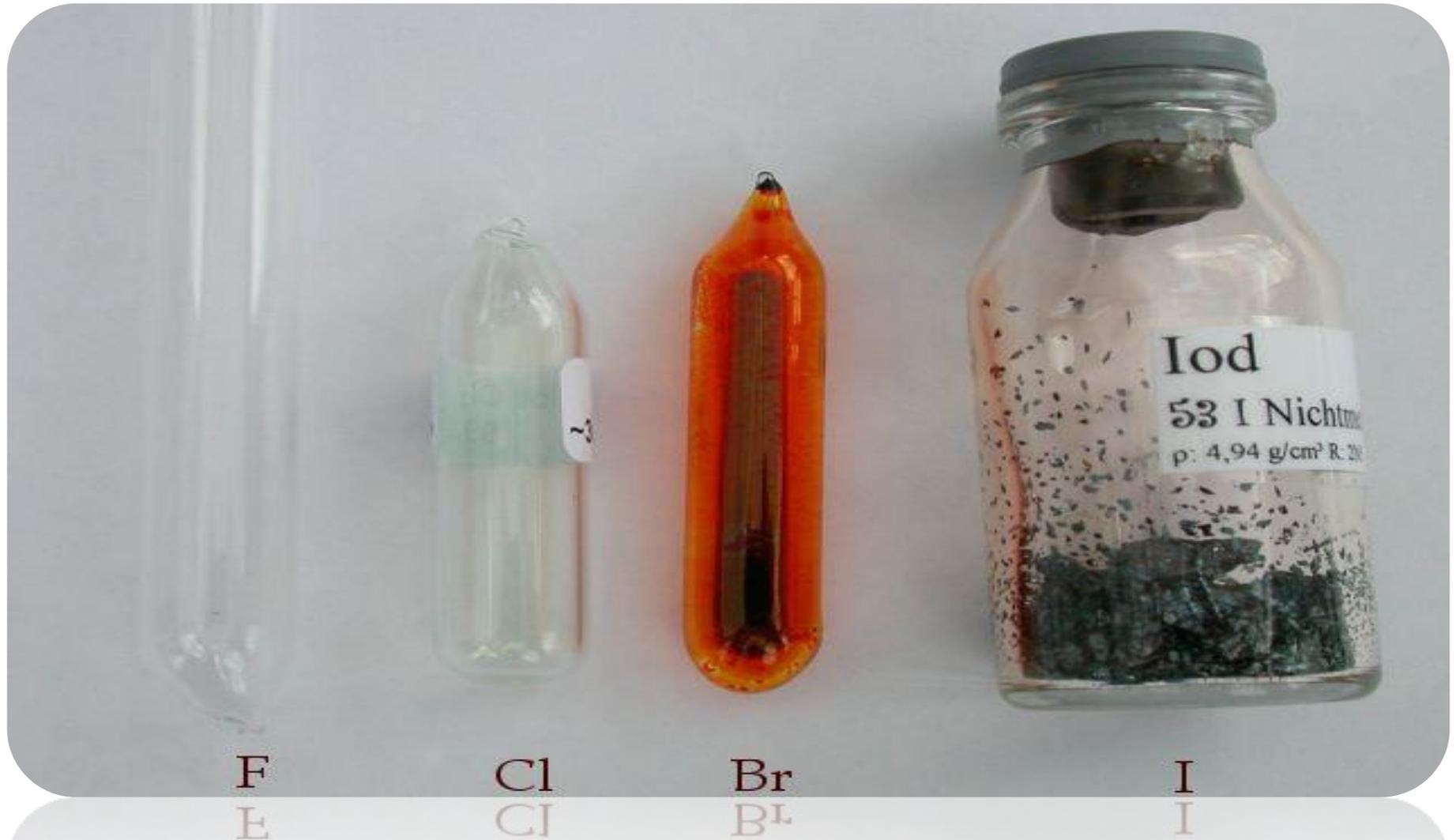
# Строение атомов

|       |    |                               |  |                     |                               |                               |                                 |
|-------|----|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Фтор  | F  | <p>+9<br/>2 7</p>             |  |                     |                               |                               |                                 |
| Хлор  | Cl | <p>+17<br/>2 8 7</p>          |  | <p>Радиус атома</p> | <p>Электроотрицательность</p> | <p>Окислительные свойства</p> | <p>Неметаллические свойства</p> |
| Бром  | Br | <p>+35<br/>2 8 18 7</p>       |  |                     |                               |                               |                                 |
| Иод   | I  | <p>+53<br/>2 8 18 18 7</p>    |  |                     |                               |                               |                                 |
| Астат | At | <p>+85<br/>2 8 18 32 18 7</p> |  |                     |                               |                               |                                 |

# Физические свойства

| Галоген | Агрегатное состояние | Цвет                               | Температура кипения | Температура плавления |
|---------|----------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| $F_2$   | Газ                  | Светло-зелёный                     | -188                | -219,6                |
| $Cl_2$  | Газ                  | Желто-зелёный                      | -34                 | -101                  |
| $Br_2$  | Жидкость             | Красно-коричневая                  | 59,2                | -7,3                  |
| $I_2$   | Кристаллы            | Тёмно-фиолетовые с металл. блеском | 185,5               | 113,6                 |

# Галогены



# Фтор

F

9

18,998



7

2

- Название "фтор" (от греческого phthoros - разрушение, гибель)
- В свободном состоянии фтор был получен 26 июня 1886 г. французским химиком Муассаном.

- Это зеленовато-желтый газ, немного тяжелее воздуха, с характерным запахом и необыкновенной химической активностью.



# Хлор

Cl 17

35,453 7



8

2

- Хлор был открыт шведским химиком Карлом Шееле в 1774 г.

- в 1810 году сэр Гемфри Дэви назвал газ "**хлорином**" (Chlorine), от греческого "**зелёный**".

- Этот термин используется в английском языке,

а в других языках закрепилось название "хлор".

- Газ желто-зеленого цвета с резким запахом, ядовит
- в 2,5 раза тяжелее воздуха



**Br** 35

79,9 7  
18



8

2

# Бром

${}_{79}\text{Br}$  (50,56%)  ${}_{81}\text{Br}$  (49,44%)

- от греч. **bromos** – зловоние
- единственный неметалл, жидкий при комнатной температуре

- тяжелая красно-бурая жидкость с неприятным запахом
- пары брома имеют желто-бурый цвет
- при температуре  $-7,25^{\circ}\text{C}$  бром затвердевает, превращаясь в красно-коричневые игольчатые кристаллы со слабым металлическим блеском



# Иод

- от греч. **iodes**—имеющий фиалковый цвет
- в парообразное состояние переходит при комнатной  $t^\circ$ , не плавясь (сублимация);
- пары -фиолетового цвета

**I** **53**

**126,9**

**7**  
**18**  
**18**  
**8**  
**2**



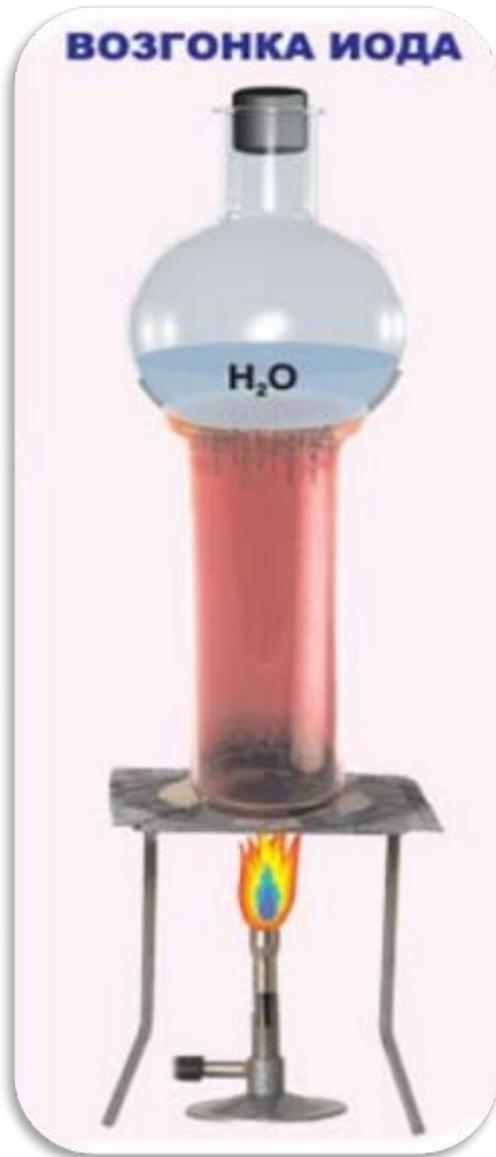
Иод был открыт в 1811 г. Куртуа в золе морских водорослей, а с 1815 г. Гей-Люссак стал рассматривать его как химический элемент

Известны 37 изотопов иода с массовыми числами от 108 до 144.



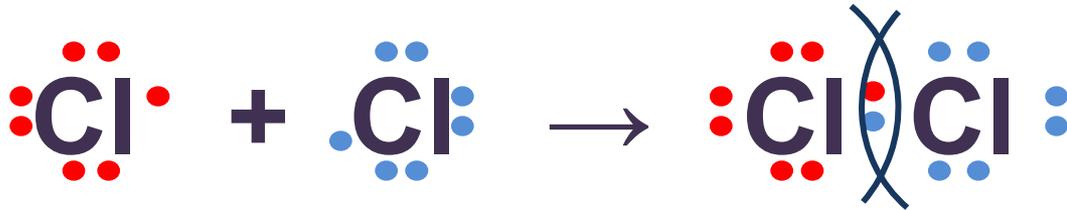
# Сублимация иода

- Превращение в пары, минуя жидкое состояние



# Строение молекул

- Молекулы галогенов состоят из двух атомов.



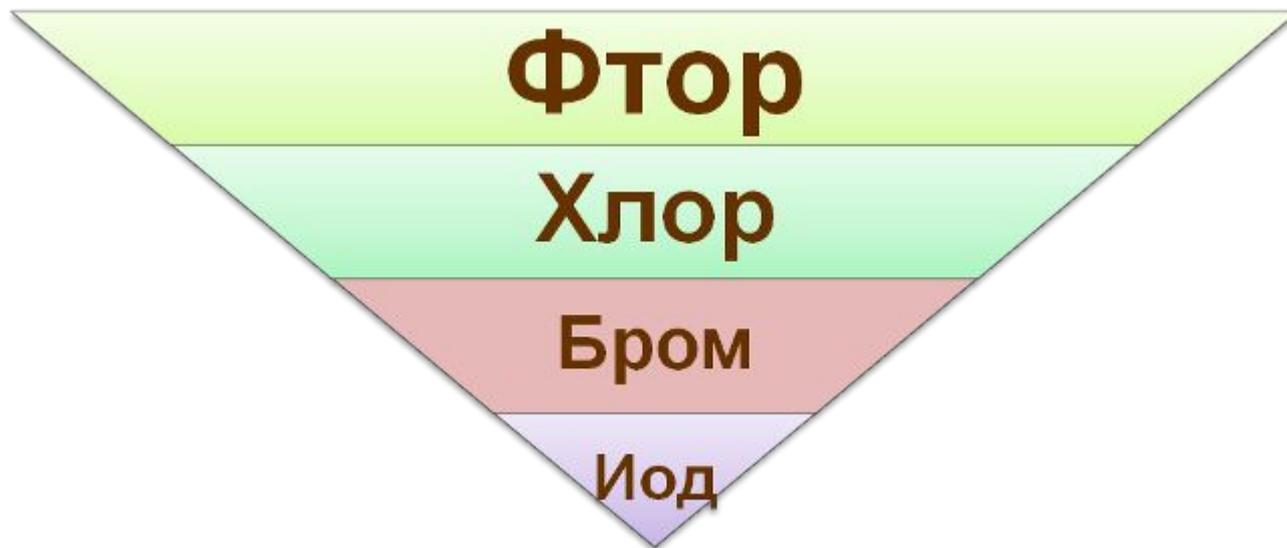
- Связь – ковалентная неполярная

# Химические свойства

- Галогены – типичные окислители



- Окислительные и неметаллические свойства атомов уменьшаются от фтора к иоду



# Сравнение окислительных свойств

## СВОЙСТВ

|       |    |   |                     |                               |                                 |
|-------|----|---|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Фтор  | F  | $\begin{array}{c} (+9) \\ \left. \begin{array}{l} \left. \left. \right) \right) \right) \leftarrow e^- \\ 2 \quad 7 \end{array} \right\} \end{array}$   | <p>Радиус атома</p> | <p>Окислительные свойства</p> | <p>Неметаллические свойства</p> |
| Хлор  | Cl | $\begin{array}{c} (+17) \\ \left. \begin{array}{l} \left. \left. \left. \right) \right) \right) \right) \leftarrow e^- \\ 2 \quad 8 \quad 7 \end{array} \right\} \end{array}$   |                     |                               |                                 |
| Бром  | Br | $\begin{array}{c} (+35) \\ \left. \begin{array}{l} \left. \left. \left. \left. \right) \right) \right) \right) \right) \leftarrow e^- \\ 2 \quad 8 \quad 18 \quad 7 \end{array} \right\} \end{array}$   |                     |                               |                                 |
| Иод   | I  | $\begin{array}{c} (+53) \\ \left. \begin{array}{l} \left. \left. \left. \left. \left. \right) \right) \right) \right) \right) \right) \leftarrow e^- \\ 2 \quad 8 \quad 18 \quad 18 \quad 7 \end{array} \right\} \end{array}$                 |                     |                               |                                 |
| Астат | At | $\begin{array}{c} (+85) \\ \left. \begin{array}{l} \left. \left. \left. \left. \left. \left. \right) \right) \right) \right) \right) \right) \leftarrow e^- \\ 2 \quad 8 \quad 18 \quad 32 \quad 18 \quad 7 \end{array} \right\} \end{array}$ |                     |                               |                                 |

# Восстановительные свойства ионов

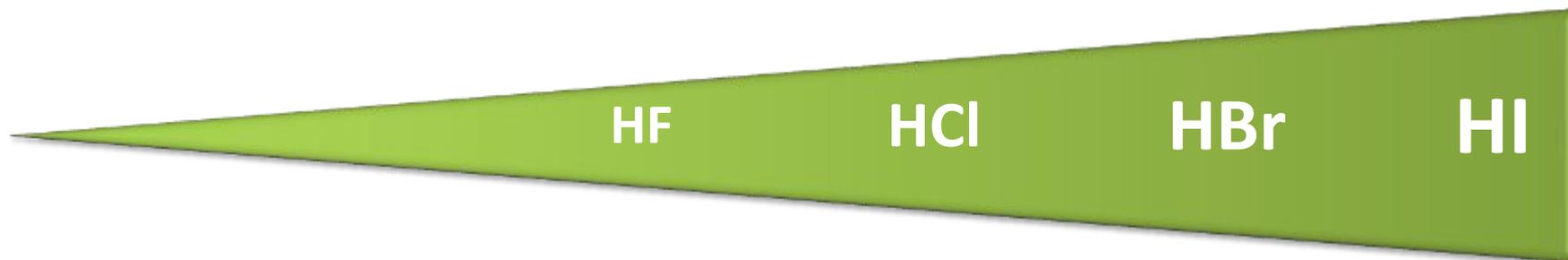
- Ионы галогенов являются типичными восстановителями



- С водородом галогены образуют летучие водородные соединения
- Устойчивость галогеноводородов уменьшается в ряду:



- Сила галогеноводородных кислот увеличивается в ряду:

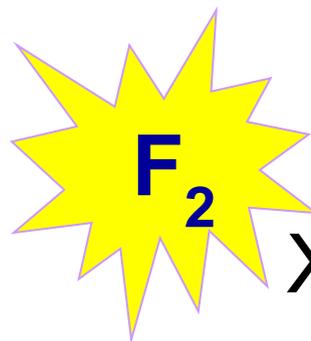
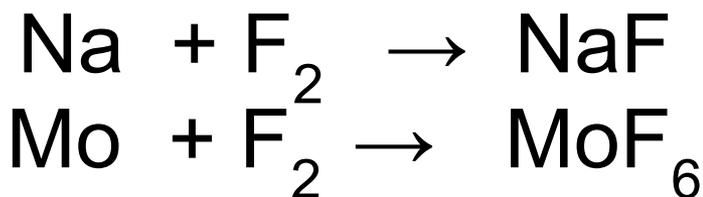




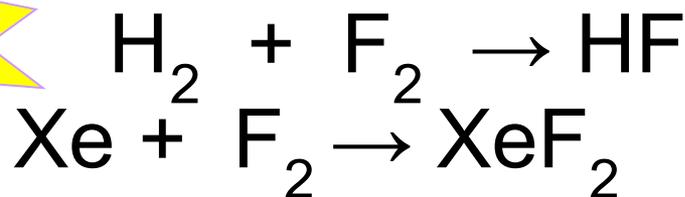
# Химические свойства фтора

С простыми веществами:

С **М**еталлами



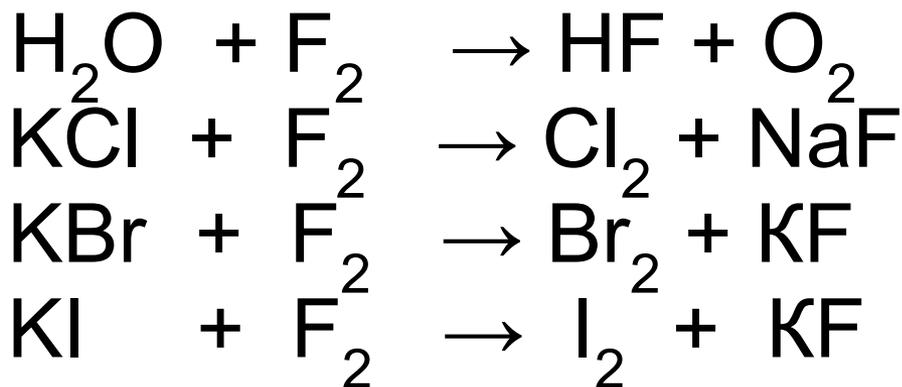
С **Н**еметаллами



Со сложными веществами:

Вода горит во фторе фиолетовым пламенем

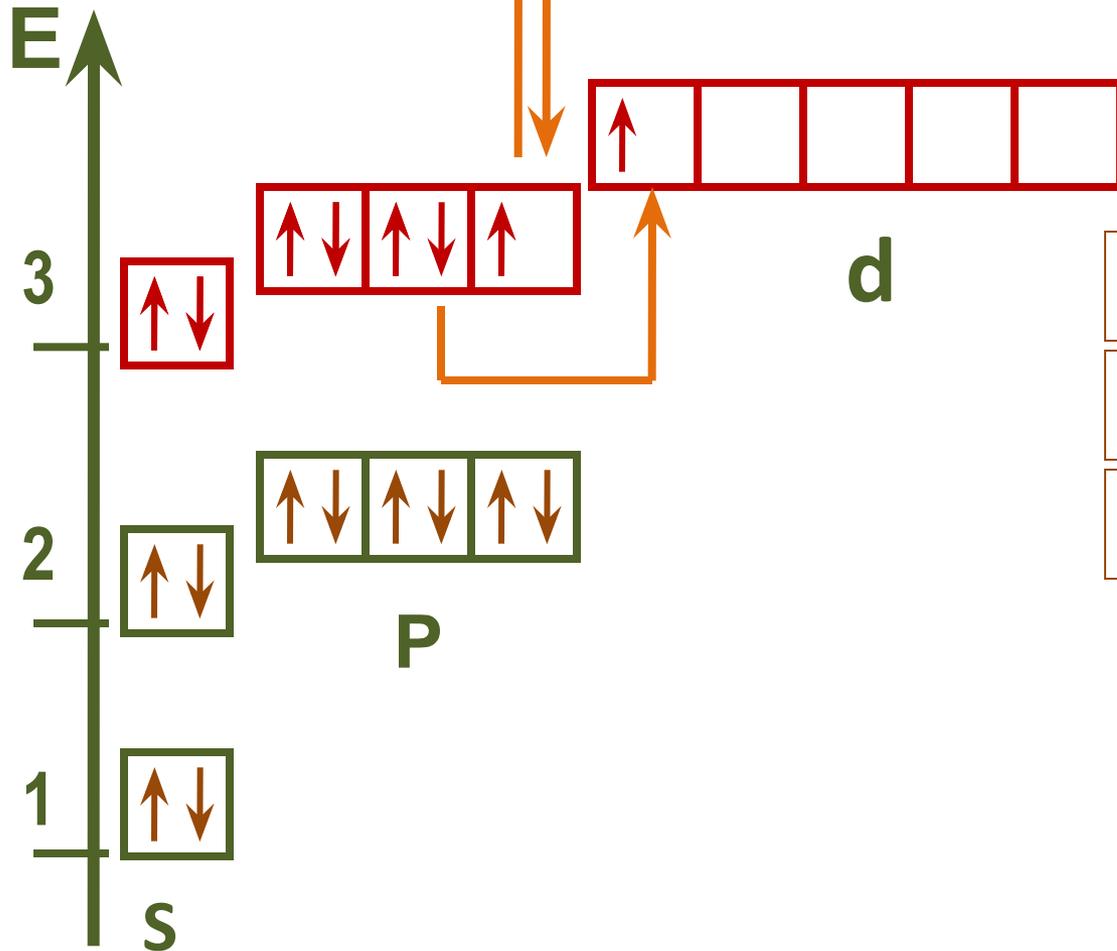
Фтор вытесняет любой галоген из соли



# Строение - свойства

- Внешняя электронная конфигурация атома Cl  $3s^2 3p^5$

восстановитель      окислитель

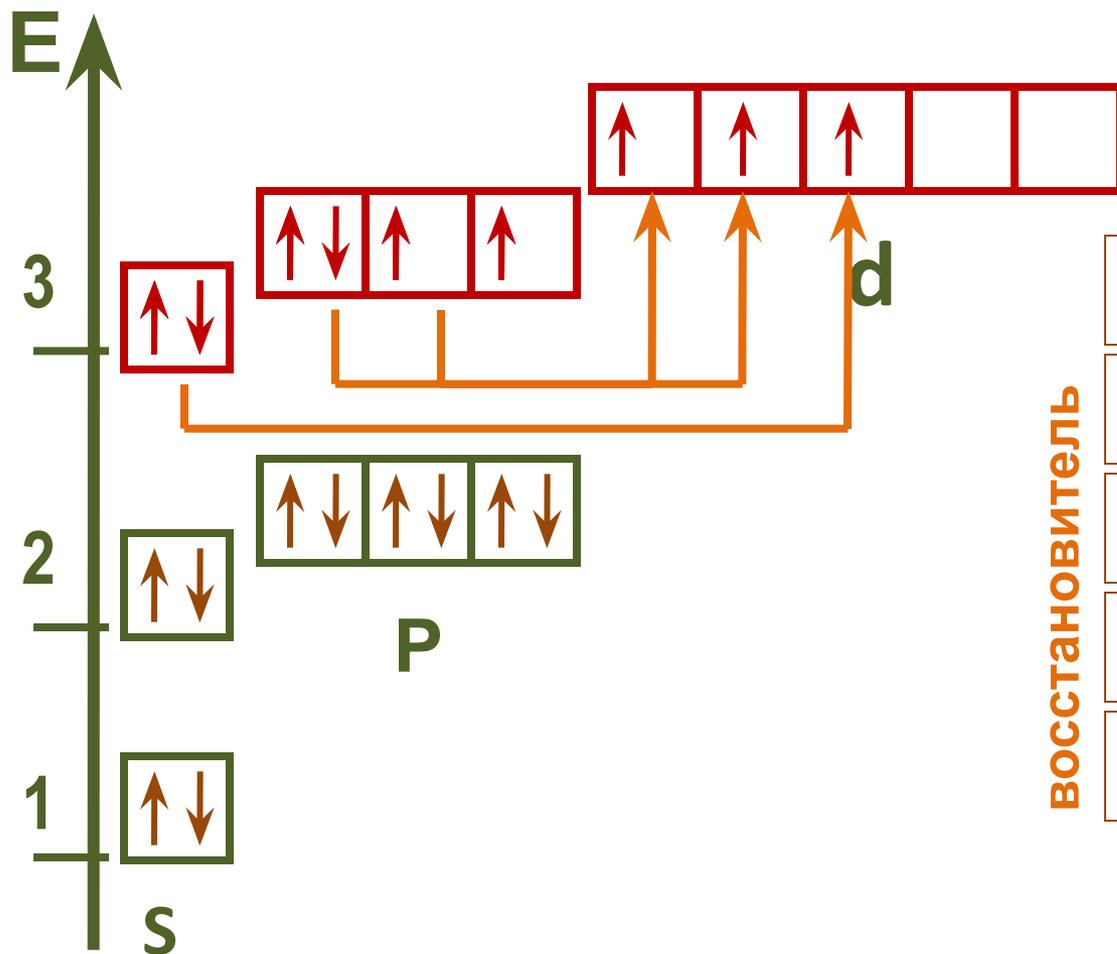


Степени окисления

|    |                   |      |                   |
|----|-------------------|------|-------------------|
| -1 | HCl               | NaCl | MgCl <sub>2</sub> |
| +1 | HClO              |      |                   |
| +3 | HClO <sub>2</sub> |      |                   |

# Строение - свойства

- Внешняя электронная конфигурация атома Cl  $3s^2 3p^5$



Степени окисления

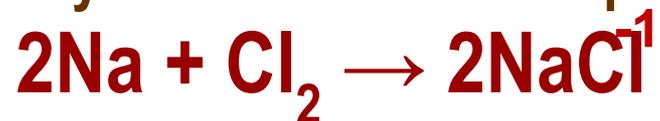
ВОССТАНОВИТЕЛЬ

|    |                   |      |                   |
|----|-------------------|------|-------------------|
| -1 | HCl               | NaCl | MgCl <sub>2</sub> |
| +1 | HClO              |      |                   |
| +3 | HClO <sub>2</sub> |      |                   |
| +5 | HClO <sub>3</sub> |      |                   |
| +7 | HClO <sub>4</sub> |      |                   |

# Химические свойства

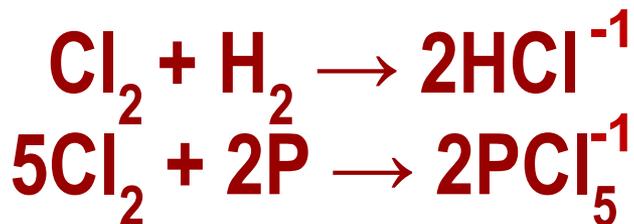
## 1. Взаимодействие с металлами

Хлор непосредственно реагирует почти со всеми металлами (с некоторыми только в присутствии влаги или при нагревании):



## 2. Взаимодействие с неметаллами

С неметаллами (кроме углерода, азота, кислорода и инертных газов), образует соответствующие хлориды.



### 3. Взаимодействие с водой

с образованием смеси кислот



соляная

хлорноватистая

### 4. Взаимодействие с солями других галогенов

более активные галогены вытесняют менее активные из растворов их солей



### 5. Взаимодействие с растворами щелочей

с образованием солей



# Получение хлора

1. В промышленности: электролиз расплава или раствора хлорида натрия



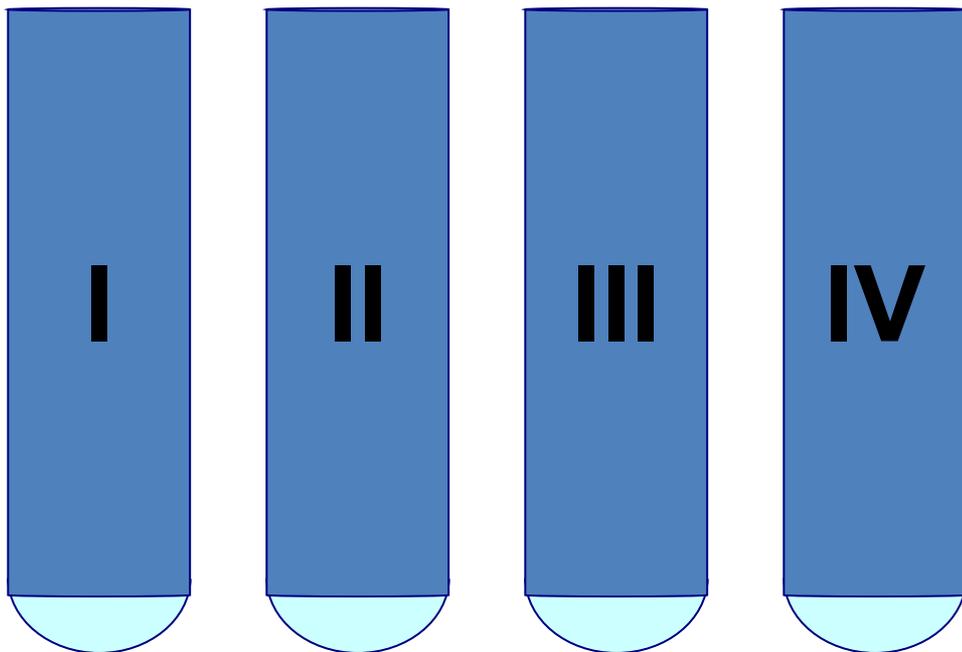
2. В лаборатории:



# Определение галогенид-ионов

---

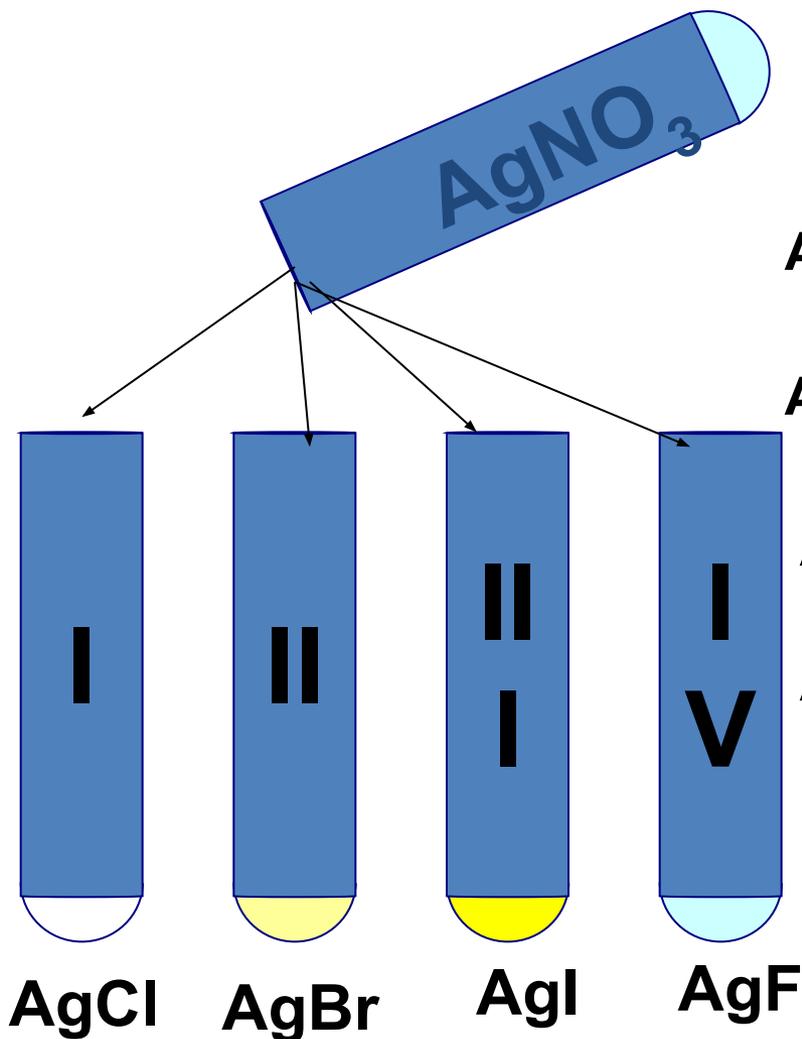
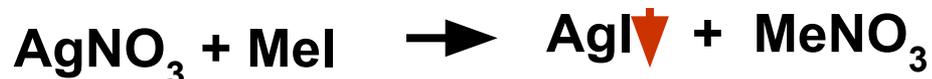
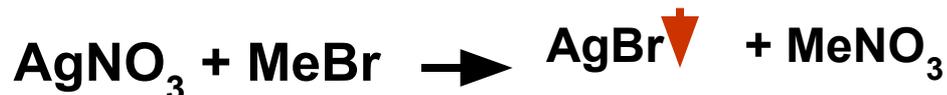
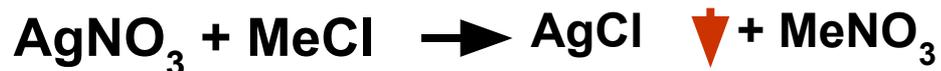
Определить в какой пробирке находится раствор хлорида, бромида, иодида, фторида



# Определение галогенид-ионов

Добавим нитрат серебра.

Уравнения реакций:



**AgCl-белый осадок**  
**AgBr-светло-желтый**  
**AgI-желтый**  
**AgF-растворим**

# Химические свойства галогенов

Хлор хвалился: «Нет мне равных!

Галоген я - самый главный.

Зря болтать я не люблю:

Всё на свете отбелю!»

Йод красой своей гордился,  
Твердым был, но испарился.

Фиолетовый как ночь,  
Далеко умчался прочь.

Бром разлился океаном,  
Хоть зловонным. Но румяным.

Бил себя он грозно в грудь:  
«Я ведь бром! Не кто-нибудь!..»

Фтор молчал и думал:  
«Эх!.. Ведь приду – окислю всех...»



# Применение хлора

обеззараживание  
питьевой  
воды

производство  
лекарственных  
средств

отбеливание  
бумаги и тканей

ядохимикаты

производство  
соляной  
кислоты

пластмассы  
каучуки

# ПРИМЕНЕНИЕ ЙОДА

## В медицине

- 5 % спиртовой раствор йода используется для дезинфекции кожи вокруг повреждения
- В рентгенологических и томографических исследованиях применяются йодсодержащие контрастные препараты



## В технике



- Галогенная лампа — лампа накаливания, в баллон которой добавлены пары галогенов (брома или йода)
- Лазерный термоядерный синтез - иодорганические соединения применяются для производства сверхмощных газовых лазеров на возбужденных атомах