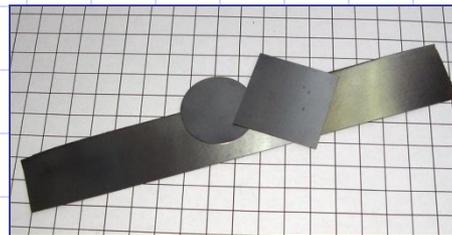
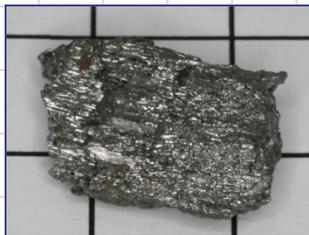


Общая и неорганическая химия. Лекция 17

Химия s-элементов (окончание).
Особенности свойств Mg и Be.

Химия p-элементов. Общая характеристика элементов VIIA-группы (галогены). Фтор

Бериллий

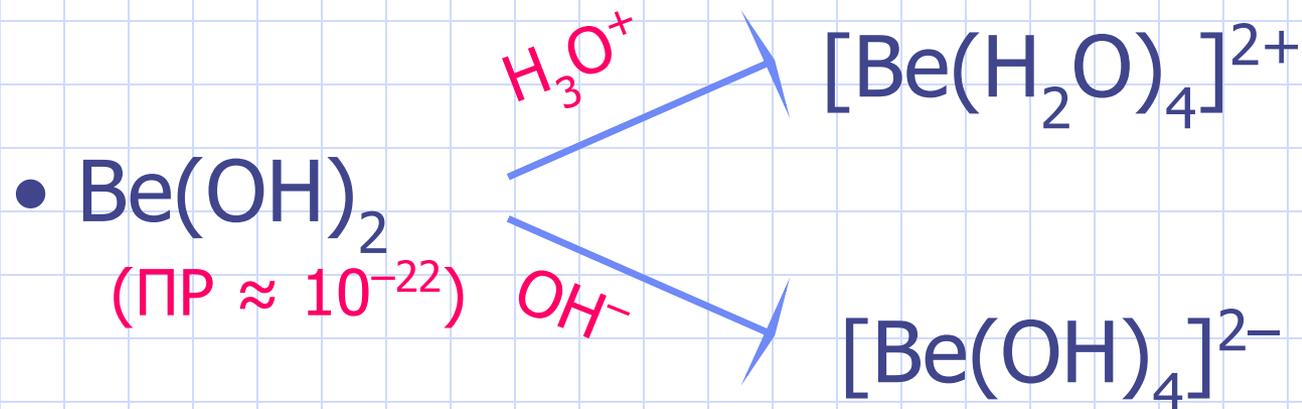


Амфотерность

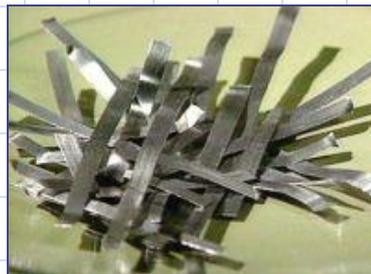
- $\text{Be} + 2\text{HCl} = \text{BeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
- $\text{Be} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$

t° (сплавление)

- $\text{Be} + 2\text{NaOH}_{(T)} = \text{Na}_2\text{BeO}_2 + \text{H}_2\uparrow$

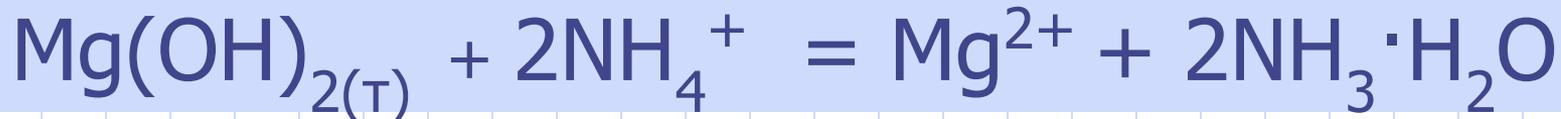
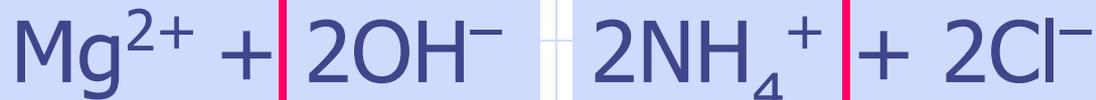
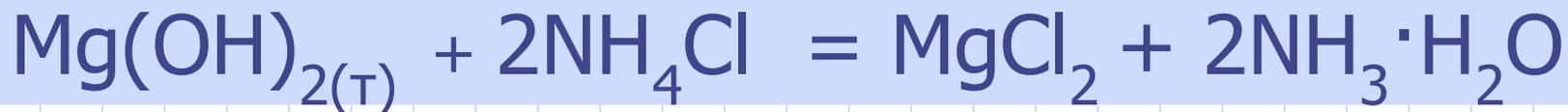


Магний



- $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \neq$
- $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2\uparrow$
- $\text{Mg} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O} =$
 $= \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\uparrow$
 $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$
($\text{pK} \approx 10^{-10}$)
 H_3O^+
 OH^-

Взаимодействие $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и солей аммония



Разделение катионов Be^{2+} и Mg^{2+} при их совместном присутствии в растворе

1. Действие избытка щелочи:

- $\text{Be}^{2+} + 4\text{OH}^- = [\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$
- $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

2. Действие $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$:

- $\text{Be}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Be}(\text{OH})_2 \downarrow$
- $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+ \neq$

Разделение катионов Sr^{2+} и Ba^{2+} при их совместном присутствии в растворе

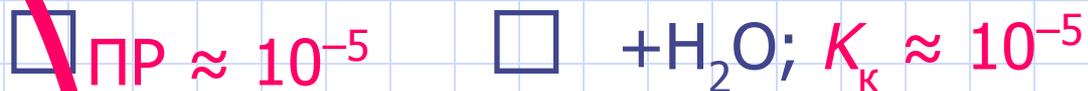
1. Осаждение хроматов:

- $\text{Sr}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{SrCrO}_4 \downarrow$
- $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{BaCrO}_4 \downarrow$

2. Растворение хромата стронция в уксусной кислоте:

- $$2\text{SrCrO}_{4(\text{T})} + 2\text{CH}_3\text{COOH} =$$
$$= \text{SrCr}_2\text{O}_7 + \text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O}$$

Действие CH_3COOH на SrCrO_4 и BaCrO_4

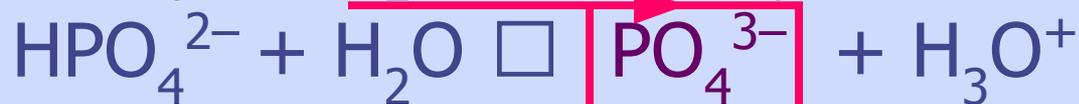


Действие HCl на BaCrO₄



Осаждение Li_3PO_4 : $\text{C}_{\text{Li}}^{+3} \cdot \text{C}_{\text{PO}_4}^{3-} \geq \text{ПР}_{\text{Li}_3\text{PO}_4}$

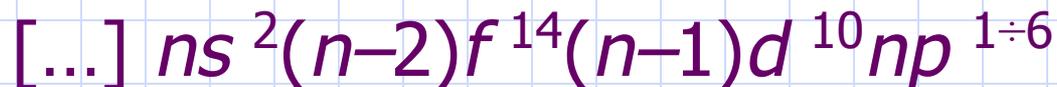
- $3\text{LiCl} + \text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Li}_3\text{PO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$
- $\text{LiCl} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4\downarrow + \dots$



- $3\text{LiCl} + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4\downarrow + \text{NaH}_2\text{PO}_4 + 3\text{NaCl}$

Общая характеристика p - элементов

Общая электронная формула:



- **Степени окисления** (от $-IV$ до $+VII$).
- Отличие свойств последнего элемента группы (6 период): **стабилизация низшей степени окисления**. Например, в IIIA-группе таллий(I); в IVA-группе свинец(II); в VA-группе висмут(III) и т.д.
- Характерно **образование кратных** (σ - и π -) связей; тип гибридизации атомных орбиталей преимущественно sp^3 .

p - элементы:

- Для простых и сложных веществ: **катенация** – образование структур типа $-\text{Э}-\text{Э}-\text{Э}-\dots$ (O_3 , P_4 , S_8 , Na_2Se_5 , HN_3 ...) и $-\text{Э}-\text{O}-\text{Э}-\text{O}-\text{Э}-\dots$ ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$...).
- **Неметаллические свойства:** склонность к образованию одноатомных анионов (S^{2-} , Cl^- и т.д.), к образованию только сложных катионов (NH_4^+ , NO^+ и т.д.), окислительные свойства.
- С увеличением порядкового номера элемента (сверху вниз по группе) усиливается **металличность**.

Элементы VIIA-группы (галогены)

- Общая электронная формула:



- $E_i \approx 1700$ кДж/моль

- $E_e \approx -385$ кДж/моль

Г стремятся образовать анион G^-

- Степени окисления:

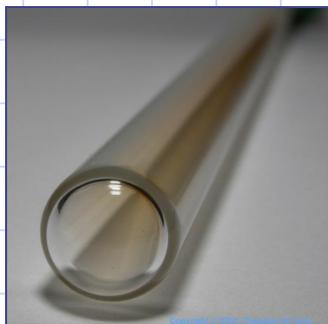
F: -I, 0

Cl, Br, I, At: -I, 0, +I, +VII

Элементы VIIA-группы (галогены)

	F	Cl	Br	I	At
z	9	17	35	53	85
A_r	18,998	35,45	79,90	126,90	209,99
χ	4,10	2,83	2,74	2,21	1,90

Простые вещества: F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , At_2



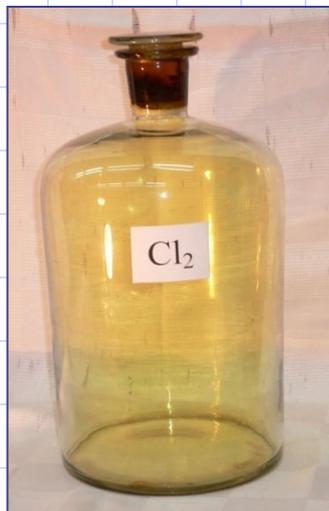
Фтор



Бром



Хлор

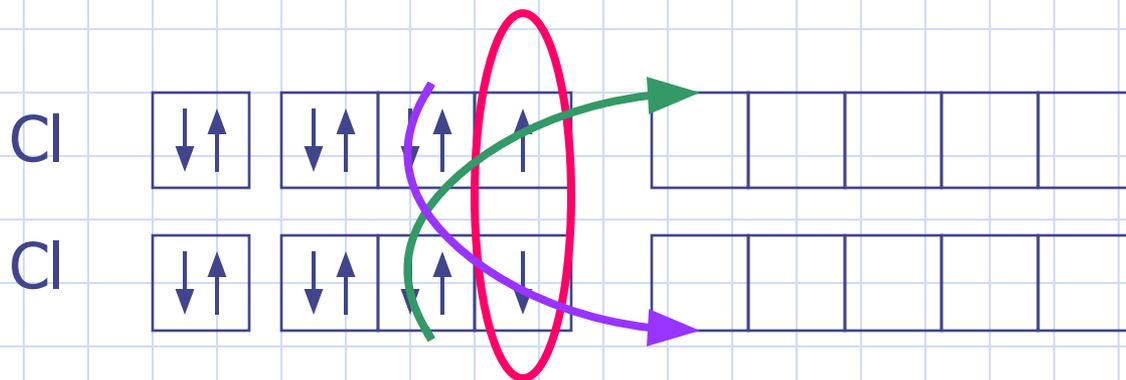
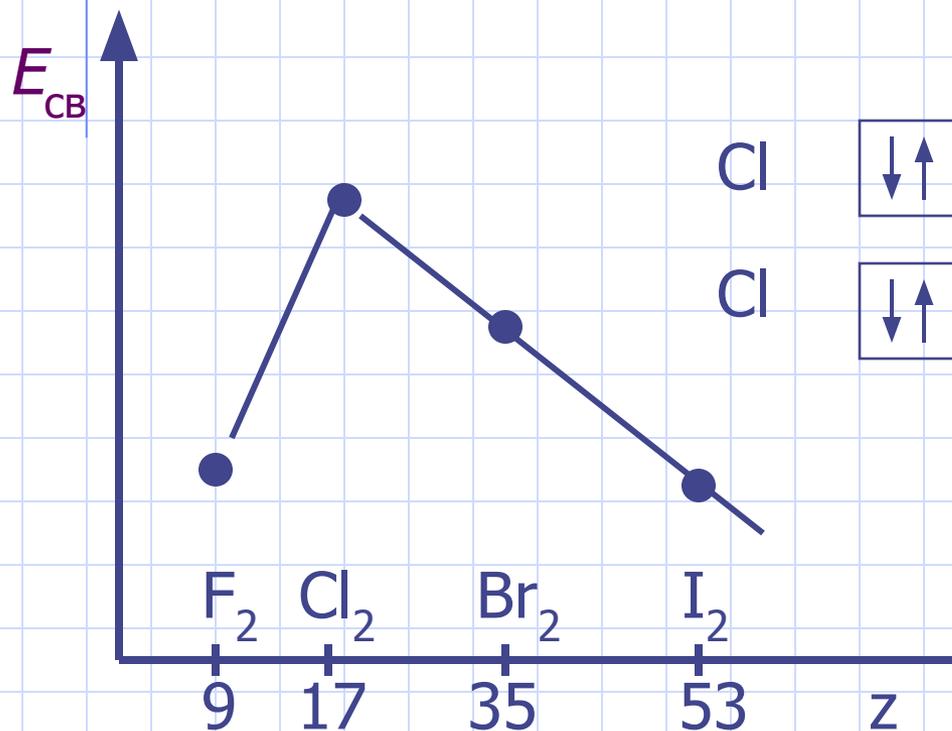
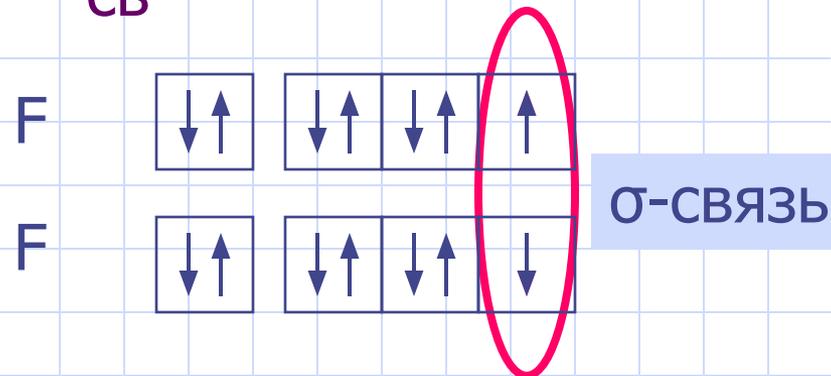


Иод



Энергия связи Г—Г (E_{CB} , кДж/моль)

F_2	Cl_2	Br_2	I_2
159	243	194	153



Фтор: распространение в природе

- Кларк 0,03%
- *Флюорит* (плавиковый шпат) CaF_2
- *Криолит* $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$
- *Фторапатит*



Флюорит



Криолит

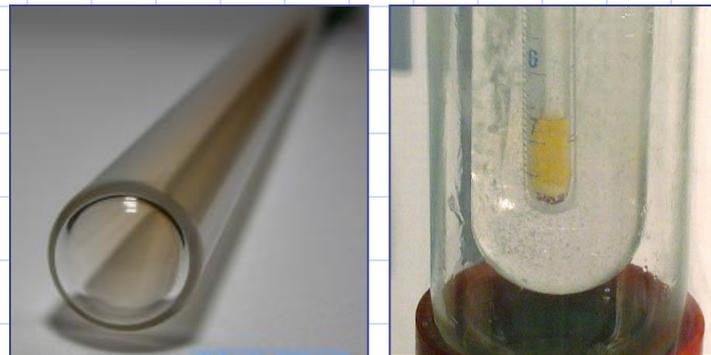


Фторапатит

Кристаллы флюорита



Фтор F_2



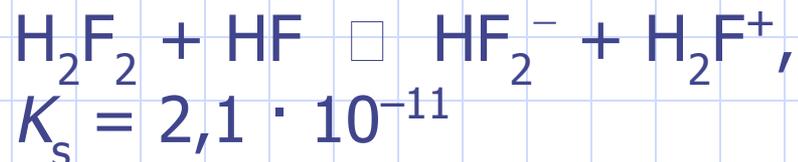
- т.пл. $-220\text{ }^\circ\text{C}$, т.кип. $-183\text{ }^\circ\text{C}$
- $\text{Э} + F_2 \rightarrow \text{Э}^{+v}F_v^{-1}$ (v - высшая возможная степень окисления; Э – все, кроме He, Ne, Ar, N_2 , O_2)
- $NH_3 + 3F_2 = NF_3 + 3HF$
- $H_2O + F_2 = 2HF + [O]$
 $[O] + F_2 = OF_2$ $O_nF_2 (n = 1 \div 8)$
- $2F_2 + 2KOH (\text{разб.}) = 2KF + OF_2 + H_2O$
- $SiO_2 + 2F_2 = SiF_4 + O_2$

Соединения фтора. Фтороводород

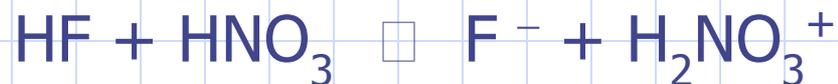


- **Фтороводород** HF : (HF)_n
т.кип. +19,5 °С, неограниченно растворим в воде

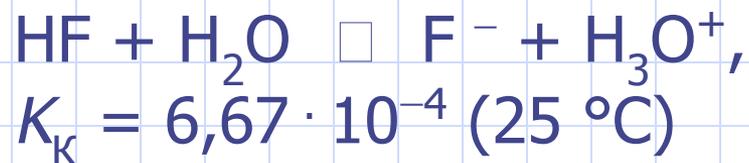
- **Автопротолиз:**



- **Протонодонорные свойства:**

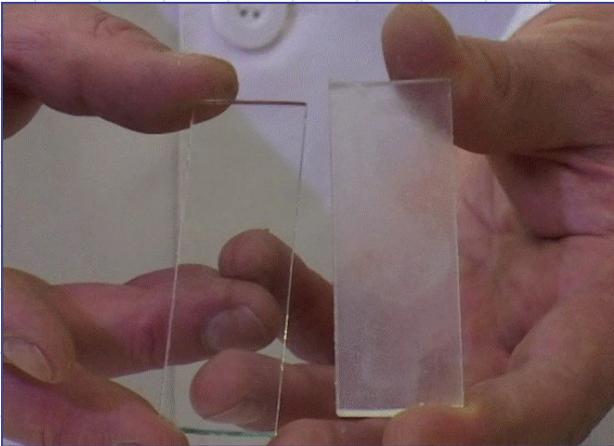


- **В водном р-ре – слабая кислота:**



Фтороводород

- $\text{SiO}_2 + 4\text{HF}(\text{г}) = \text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
(травление стекла)
- $\text{SiO}_2 + 6\text{HF}(\text{изб.}) =$
 $=\text{H}_2[\text{SiF}_6] + 2\text{H}_2\text{O}$

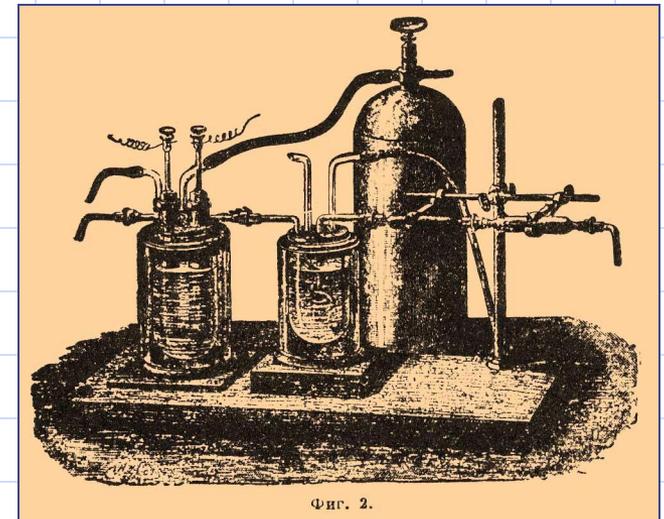
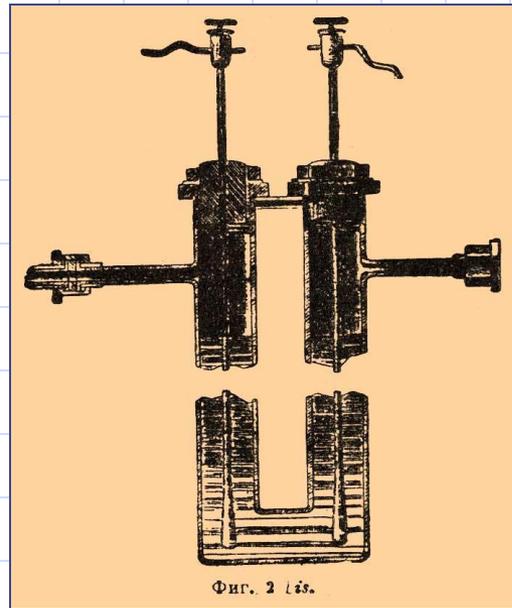
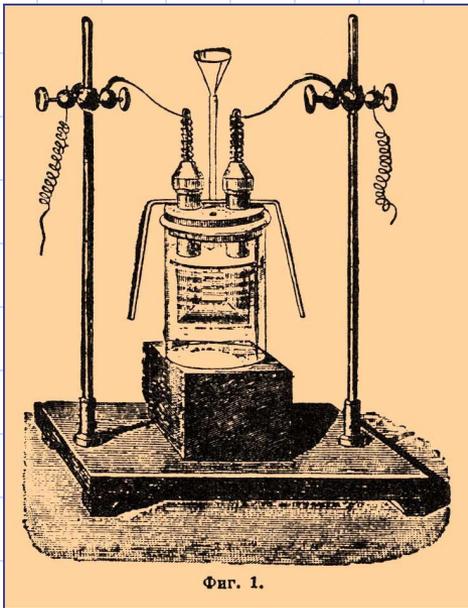


Открытие фтора

- Фтор впервые получен в 1886 г. (А. Муассан, электролиз смеси HF и KF)



Анри Муассан
(1852 - 1907)



Установки для получения фтора

Получение фтора и фтороводорода

- **В промышленности:** электролиз расплава KHF_2 (т. пл. 239°C) или KH_2F_3 (т. пл. 70°C)



- **В лаборатории:**



- **Получение HF:**



Применение



- **Водоподготовка** (обеззараживание воды фторированием)
- **Фторуглеродные соединения** (фреоны, фторкаучуки, фторопласты (тефлоны) и т.п.)
- **HF:** получение синтетического **криолита** для производства алюминия, **катализаторы**, **травление** стекла и металлов, **получение фторидов** урана, олова и др.