

Химическая технология ядерного топлива

Тема 3. Фториды урана

Амелина Галина Николаевна

доцент ОЯТЦ ИЯТШ

334-10 к.

Фториды урана



Тетрафторид урана UF_4

$$t_{\text{пл.}} = 1036\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{кип.}} = 1417\text{ }^{\circ}\text{C}$$



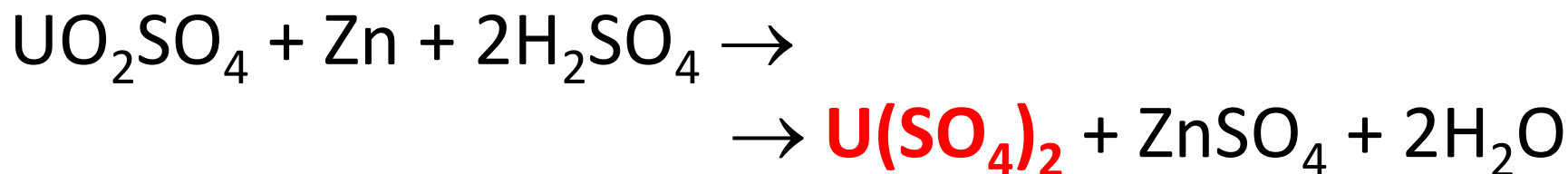
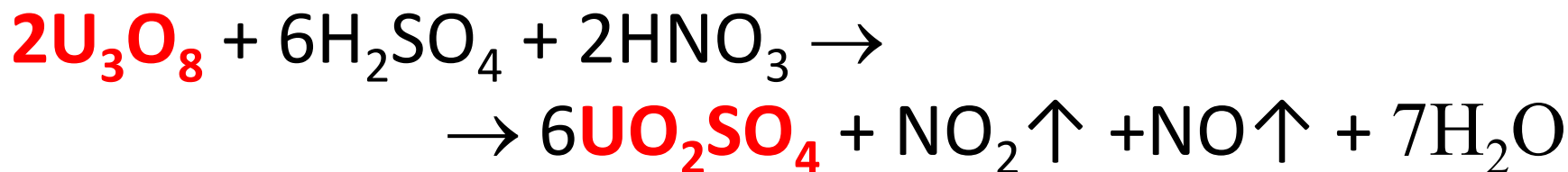
малорастворимая соль

изоморфен

с ThF_4 , PuF_4 , CeF_4 , HfF_4 , ZrF_4

Методы получения UF_4

1) «Мокрый» способ (осаждение из р-ров):



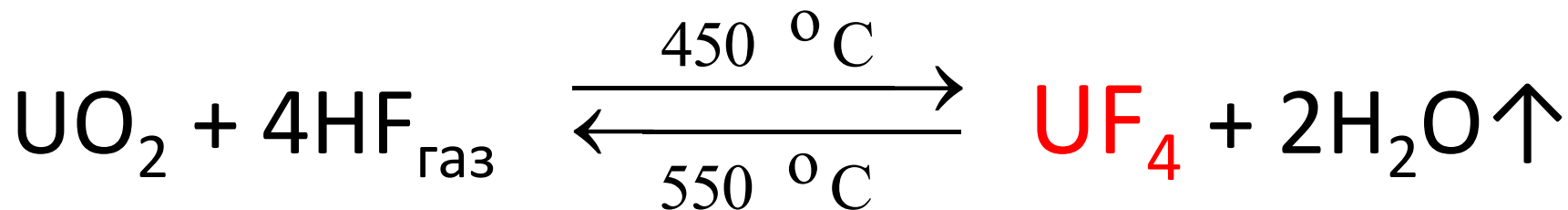
Тетрафторид урана UF_4

Кристаллогидраты UF_4 :

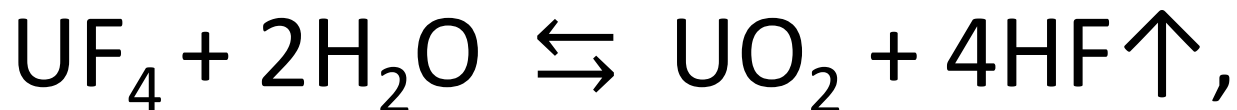
- при 20 °C – $\text{UF}_4 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ –
труднофильтруемый зеленый
аморфный осадок;
- при 40–60 °C – $\text{UF}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$;
- при 90–100 °C – $\text{UF}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ –
крупные бирюзовые **хорошо**
фильтрующиеся кристаллы

Методы получения UF_4

2) Газофазное гидрофторирование:



Пирогидролиз ($> 500\text{ }^{\circ}\text{C}$):

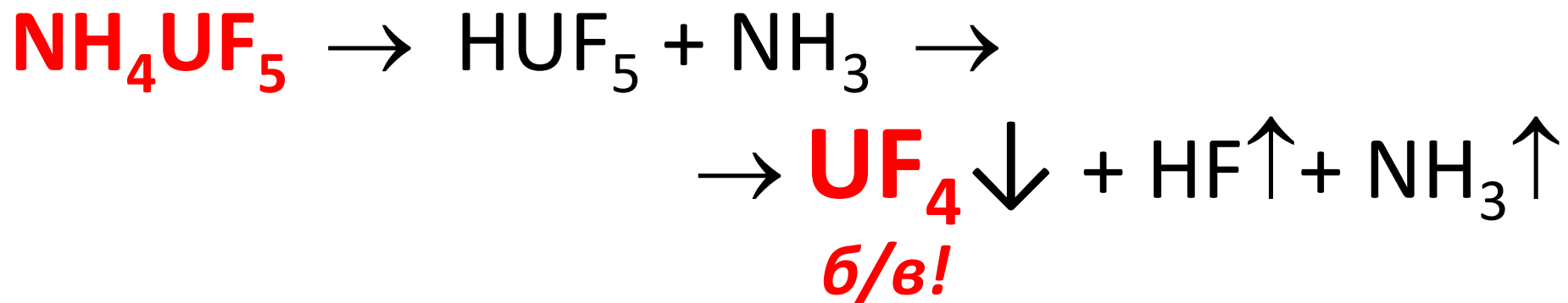


Методы получения UF_4

Комплексные соли типа

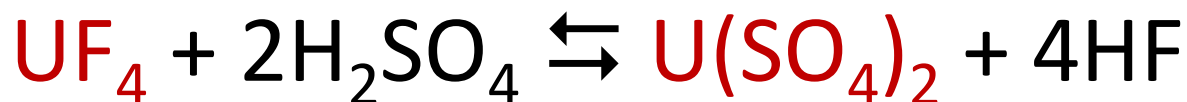


3) Термическое разложение (500°C) :

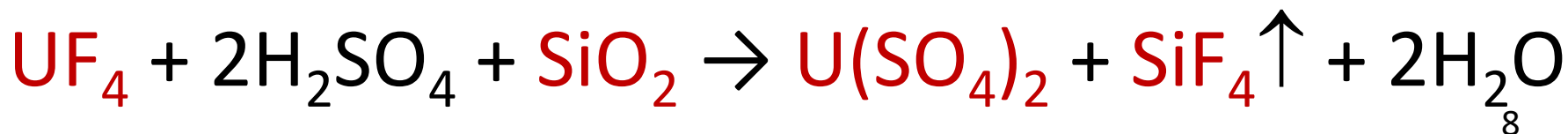
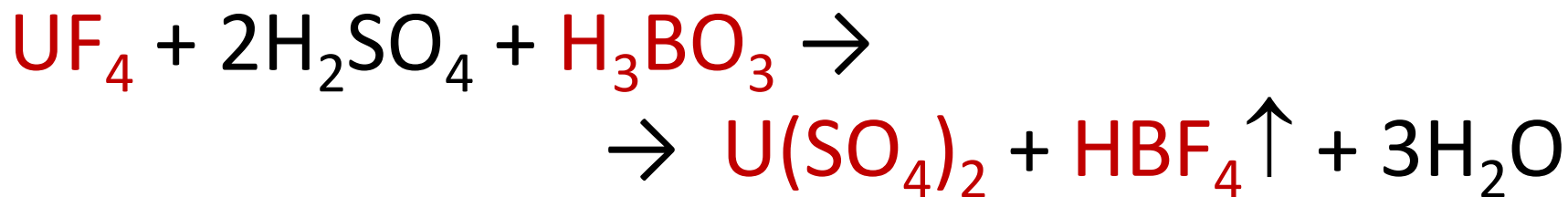


Тетрафторид урана UF₄

1) С к-тами – неокислителями (горяч., конц.) – медленно:



В присутствии комплексообразователей (связывание иона фтора) – быстро:

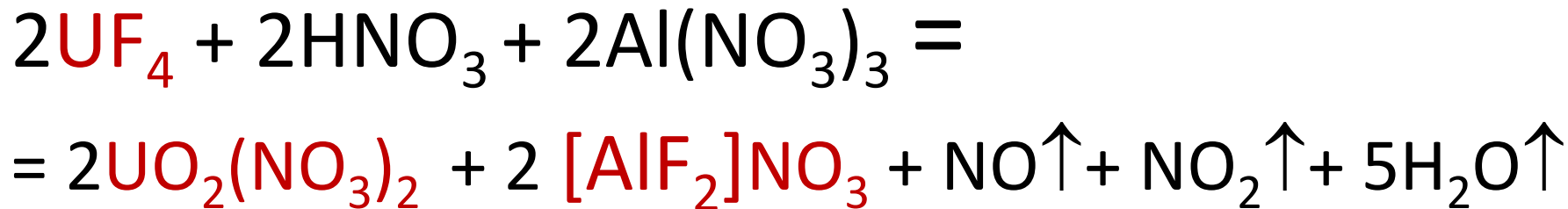


Тетрафторид урана UF_4

2) В к-тах-окислителях и в р-рах в присутствии окислителей (с образованием UO_2^{2+}) - легко



В присутствии комплексообразователей (связывание иона фтора):



Тетрафторид урана UF_4

3) Растворы

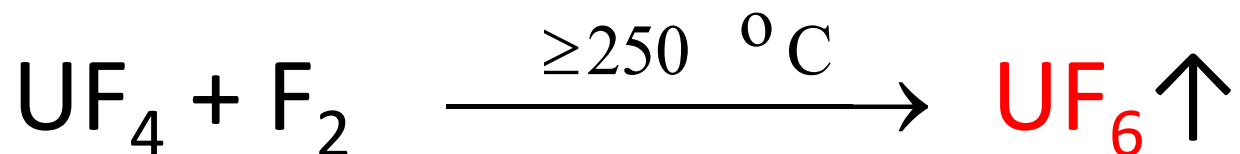
- щелочей,
- гидроксида аммония,
- соды

при нагревании превращают UF_4 в $\text{U}(\text{OH})_4$ – нерастворимый, но легко вскрываемый к-тами.

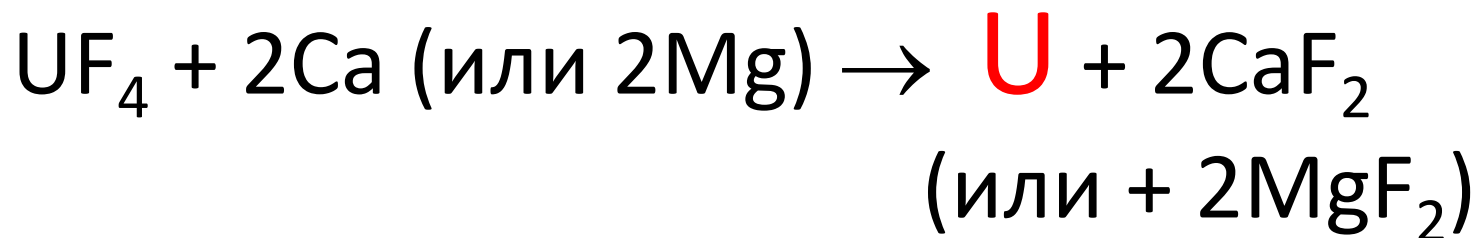
Тетрафторид урана UF₄

Применение

1) Получение гексафторида урана

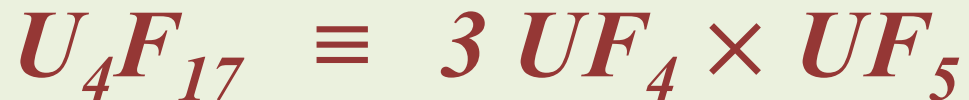


2) Получение металлического урана



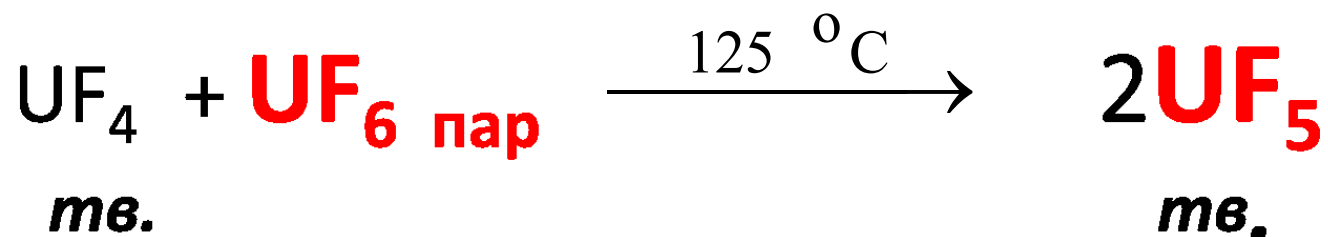
Пентафторид и промежуточные фториды урана

| | | | |
|---------------|-------------|----------|--------|
| UF_4 | U_4F_{17} | U_2F_9 | UF_5 |
|---------------|-------------|----------|--------|



Пентафторид и промежуточные фториды урана

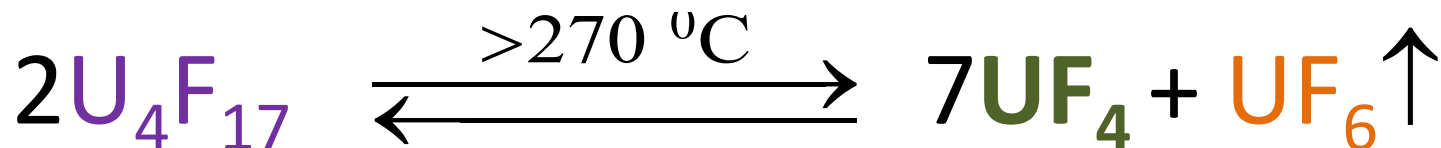
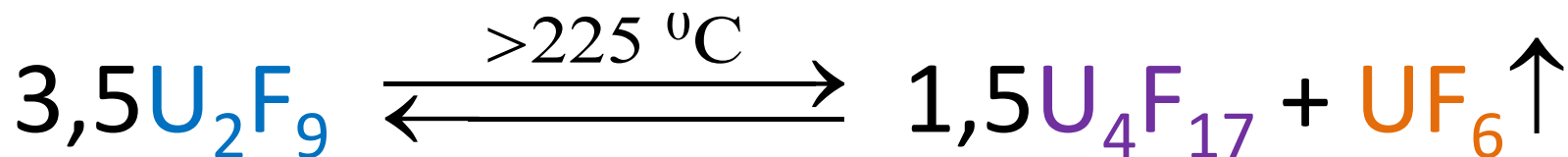
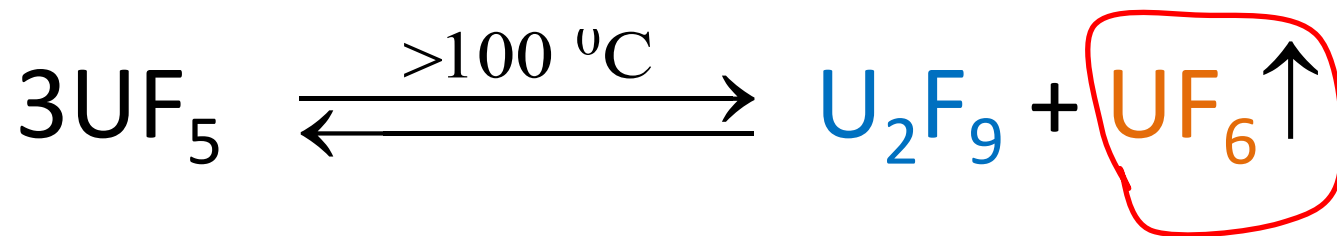
Синтез **UF₅** (сопропорционирование):



*Сопропорционирование идет через
образование промежуточных фторидов*



Диспропорционирование UF_5 и промежуточных фторидов:



Пентафторид и промежуточные фториды урана

Гидролиз (сопровождается
диспропорционированием):



Ряд склонности к гидролизу



Гексафторид урана UF_6

- UF_6 – бесцветное кристаллическое вещество, возгоняется без плавления (сублимирует)
- Единственное устойчивое летучее соединение урана



Гексафторид урана UF_6

**Используется для разделения
природных изотопов
урана-235 и урана-238**

Гексафторид урана UF_6

Плотность_{ТВ} 25 °C = 5,06 г/см³

Плотность_{ТВ} 62 °C = 4,87 г/см³

Плотность_{жид} 69 °C = 3, 6 г/см³

$t_{\text{сублимации}}$ = 56,5 °C – давление 760 мм рт. ст.

$t_{\text{плавления}}$ = 64,05 °C – давление 1134 мм рт. ст.

Гексафторид урана UF_6

Диаграмма фазового состояния UF_6

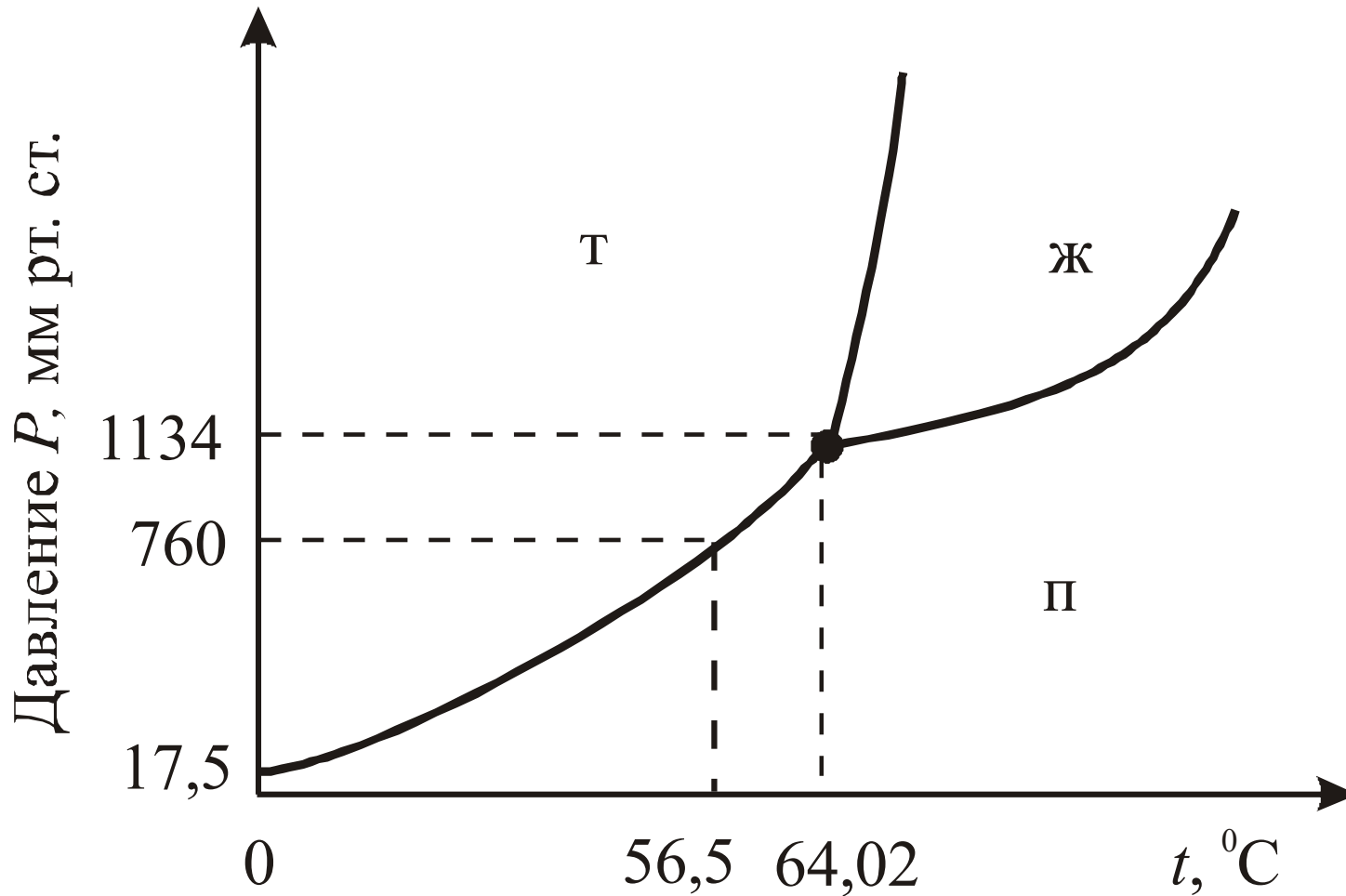


Диаграмма состояния ГФУ имеет важное значение для понимания ряда технологических операций производства UF_6

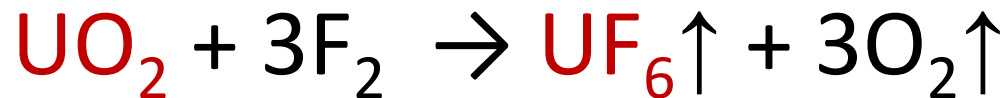
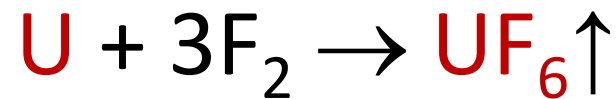
Методы получения UF_6

1. Прямым фторированием элементарным фтором
2. Фторированием фторгалогенами
3. Диспропорционирование
4. Прокаливанием тетрафторида урана

Методы получения UF₆

1. Прямое фторирование элементарным фтором

Фторировать можно любое соединение урана, не содержащее щелочных металлов



Методы получения UF_6

2. Диспропорционирование UF_5 :



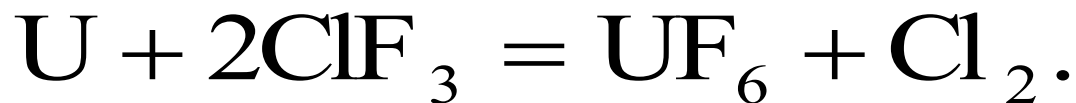
3. Прокаливание тетрафторида урана в атмосфере кислорода:



Методы получения UF₆

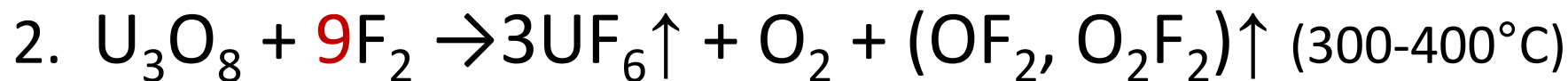
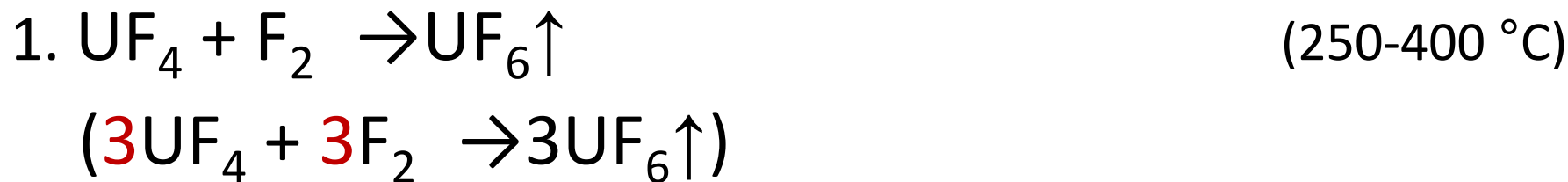
4. Фторирование фторгалогенами:

- *Трифторид хлора и трифторид брома – специфические вещества, жидкости, обладающие сильнейшими окислительными свойствами.*
- *При температуре 60–100°C металлический уран и его соединения хорошо фторируются галогенфторидами:*

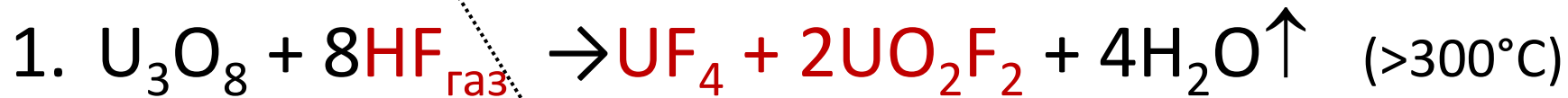


Методы получения UF_6

Промышленные методы получения UF_6

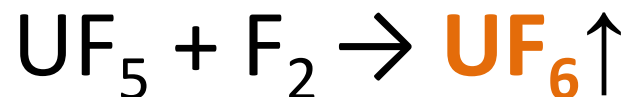
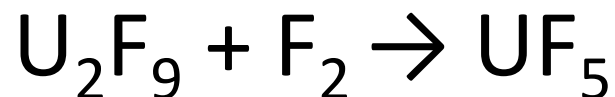
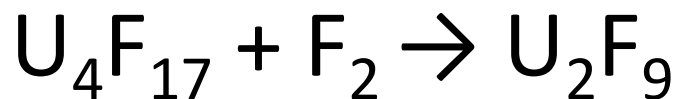
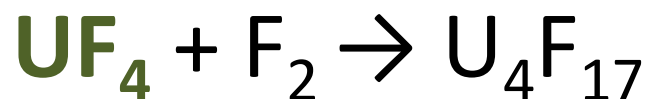


Для снижения расхода элементного фтора возможно проведение предварительного гидрофторирования:



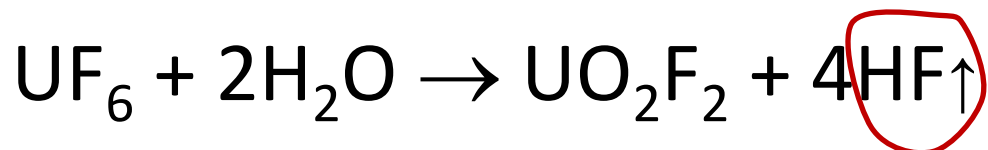
Методы получения UF_6

Фторирование UF_4
элементным фтором является стадийным процессом
с образованием промежуточных фторидов

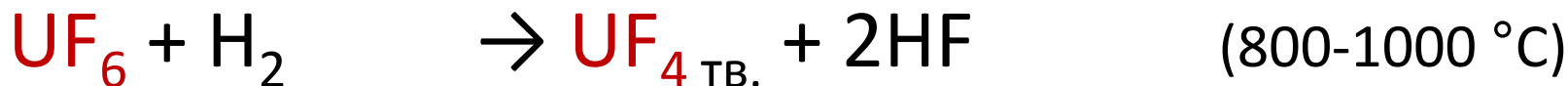


Химические свойства UF_6

1. Интенсивно взаимодействует с водой (гидролиз)

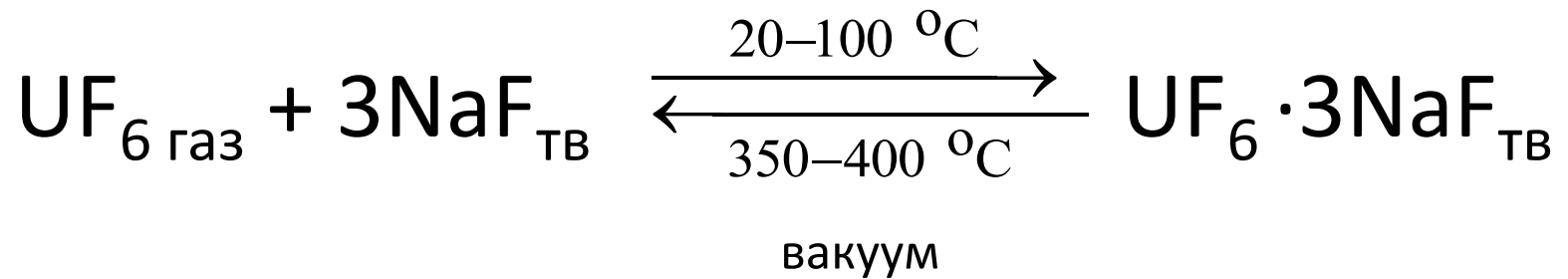


2. Является умеренным окислителем:



Химические свойства UF_6

Улавливание гексафторида урана



Химические свойства UF_6

- Активно реагирует почти со всеми металлами
- С сухим воздухом, с кислородом, с азотом не взаимодействует

Уранилфторид UO_2F_2

