

**Обобщение изученного материала  
за**

**1 четверть**

**Раздел 10.1А**

**«Группа 15 Азот и фосфор»**

**Раздел 10.1В**

**«Процессы окисления и  
восстановления»**

**Раздел 10.1С**

**«Важнейшие химические  
производства»**

## ЦО: 1.0.2.1.2 описать строение молекулы азота;

### Задание

- Изобразите диаграмму молекулы азота с помощью точек и крестов (электронная формула), а также структурную формулу.
- Укажите тип связи.

**ЦО: 10.2.1.3 знать получение, свойства  
газа аммиака и его раствора;**

### **Задание**

**Аммиак проявляет восстановительные свойства, превращаясь в молекулярный азот, либо в оксид азота (II)**

- Напишите формулу реагента, который окисляет аммиак до азота.**
- Составьте уравнение данного процесса**

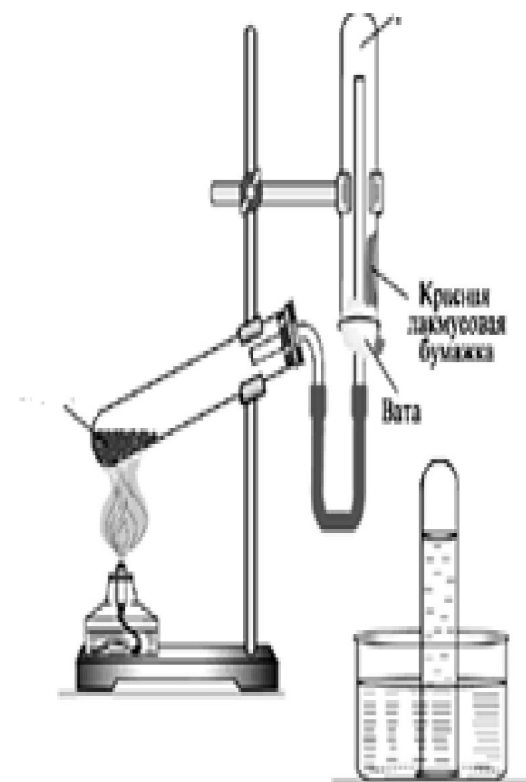
# Осуществите цепочку превращений

- Азот ----- монооксид азота ----- диоксид азота ----- азотная кислота ----- аммиачная селитра (нитрат аммония)

## ЦО: 10.2.1.3 знать получение, свойства газа аммиака и его раствора;

### Вопросы:

- Назовите реагенты для получения аммиака в лаборатории
- Перечислите части оборудования для проведения опыта
- Назовите условие, при котором протекает химическая реакция.
- Как меняется цвет лакмусовой бумаги при поднесении ее к отверстию с выделяющимся газом?
- Назовите продукты данной реакции
- Почему пробирку с реакционной смесью помещают под наклоном?
- Выделяющийся газ собирают в колбе, перевернутой верх дном. Почему?
- Напишите сбалансированное уравнение химической реакции



- В промышленности фосфор получают из фосфатов электротермическим восстановлением коксом в присутствии кремнезема при температуре 1400 –
- 1600 °С.
- Уравнение процесса:
- **$2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 = 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10\text{CO}$ .**
- Рассчитай массу чистого белого фосфора, которое можно получить из природного соединения фосфорита массой 100 кг.

# Определение нитрат-иона

- К раствору нитрат-иона необходимо добавить эквивалентное количество раствора щёлочи, полоску алюминиевой фольги (30 на 6 мм) и нагреть.
- В процессе этого теста можно увидеть растворение алюминиевой фольги, выделяющийся аммиак ощущается по характерному запаху и окрашиванию влажной красной лакмусовой бумаги в синий цвет.
- $3\text{NO}_3^- (\text{водн.}) + 8\text{Al} (\text{тв.}) + 5\text{OH}^- (\text{водн.}) + 18\text{H}_2\text{O}$
- $(\text{NaNO}_3 + 2\text{Al} + \text{NaOH} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3(\text{г}))$

# Решение задач

- **Для всех:**

1. При производстве аммиака получено 230 л продукта. Сколько это

составляет от теоретически возможного, если на производство затрачено 179 л азота.

2. Какая масса воды потребуется для поглощения аммиака, полученного при реакции азота объемом 450л с водородом. Выход продукта на производстве аммиака составляет 56%.

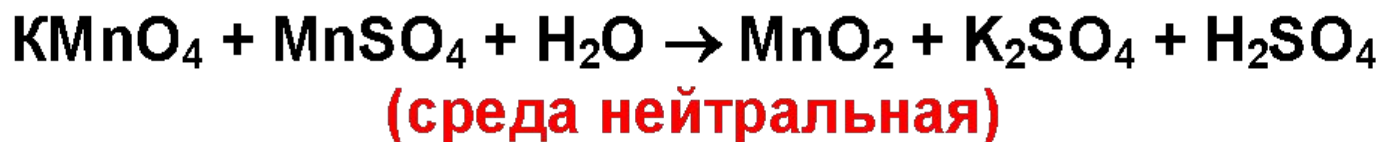
- **Для некоторых:**

1. При реакции водорода объемом 500л образовался аммиак, объемом 300л. Каков процент выхода продукта от теоретически возможного?

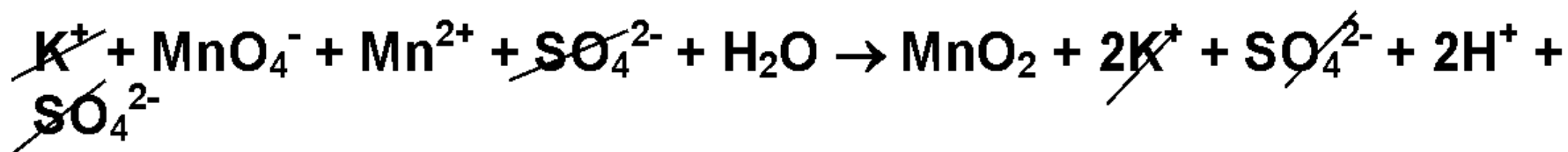
2. Вычислите объем воздуха (массовая доля кислорода 29%), необходимый для сжигания 250 мл аммиака.



### Пример 3.

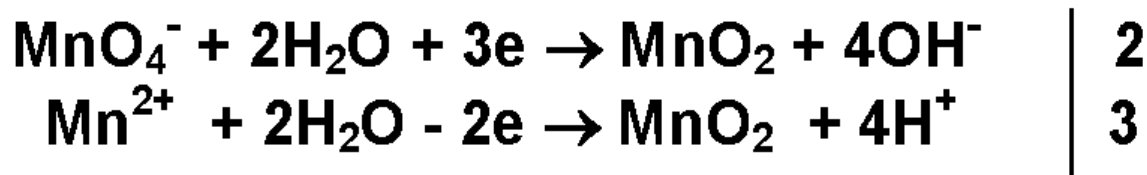


Ионное:

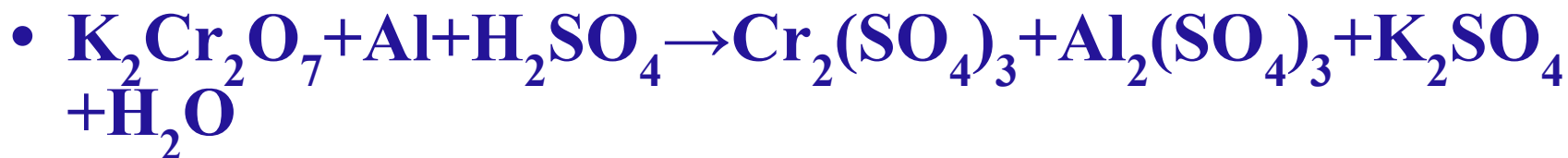


При создании материального баланса в нейтральной среде слева добавляем только молекулы воды, справа - ионы водорода или гидроксид - ионы.

Полуреакции:



Методом полуреакций уравняйте следующие окислительно - восстановительные реакции



# Применение аммиака



# Схема производства аммиака

Сжатие  
азотоводоро  
дной смеси

Нагревание  
смеси

Синтез  
аммиака

Охлаждение  
газовой смеси

Отделение  
аммиака от  
газовой смеси

# Схема производства аммиака



# Основные экологические проблемы



- Современное производство аммиака основано на практически безотходной технологии с минимальными выбросами.
- Основными проблемами являются газовые выбросы аммиака  $\text{NH}_3$ , оксидов углерода  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  и дымовых газов

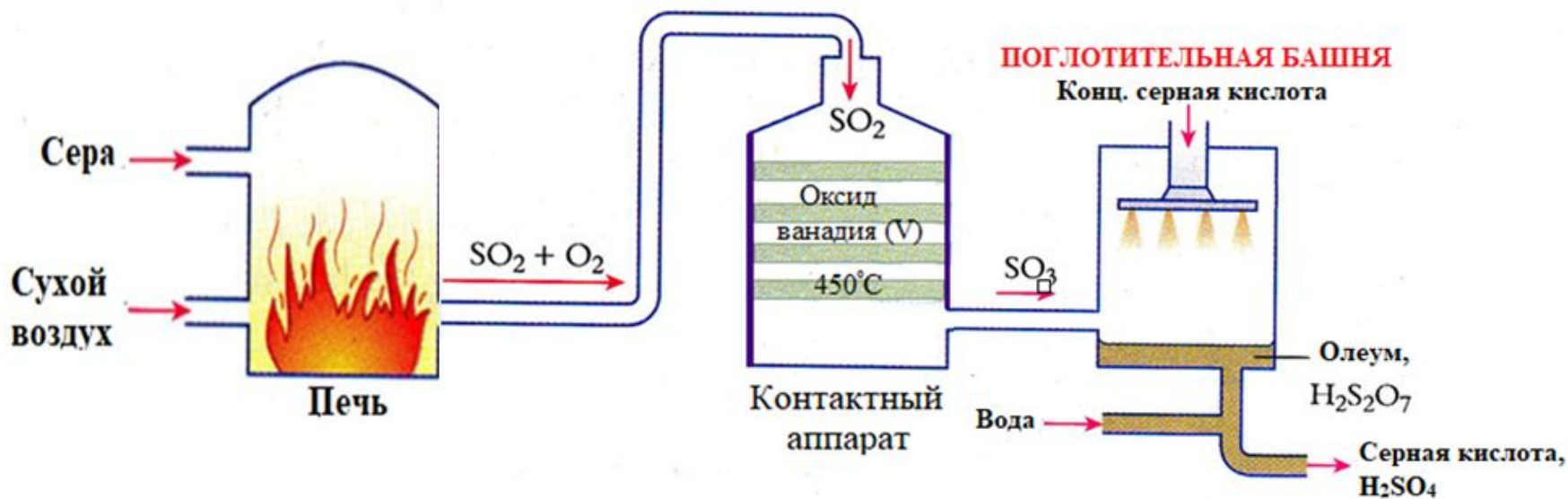
# Снижение выбросов дымовых газов

- **Процесс получения аммиака происходит при высоких температурах. В печах и реакторах сжигается топливо и образуются дымовые газы. Двуокись углерода составляет 90-95% об. дымовых газов производства. Кроме этого, в дымовом газе содержится оксид азота, оксид углерода, сернистый ангидрид.**
- **Количество выбросов оксидов азота в атмосферу снижают путем регулирования процесса горения**
- **Для очистки дымовых газов используют: термическое разложение оксидов азота путем их перевода в соединения с низкой температурой разложения; восстановление на платиновом катализаторе до молекулярного азота; адсорбцию.**



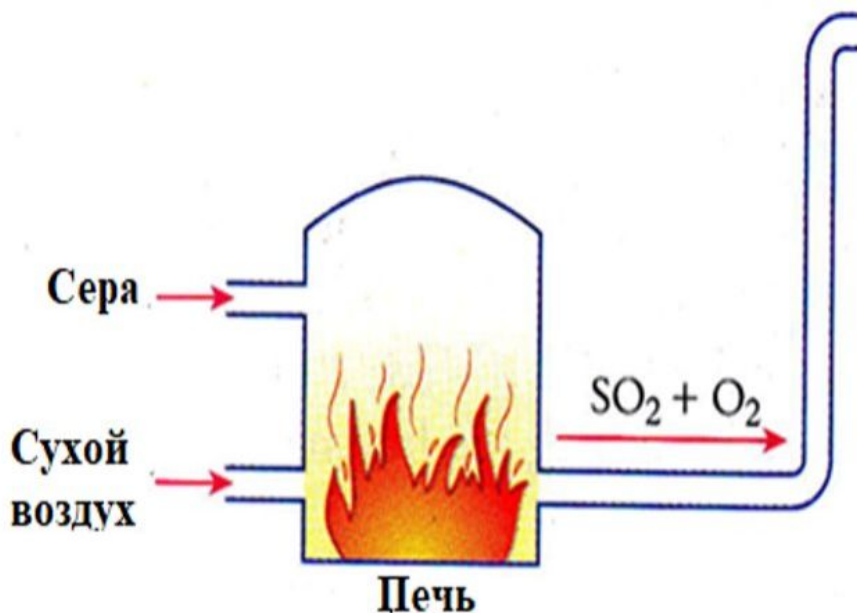
В настоящее время серную кислоту во всем мире получают с помощью контактного способа. Этот процесс состоит из трех стадий:

- обжиг железного (серного) колчедана или серы;
- окисление оксида серы (IV);
- абсорбция оксида серы (VI).





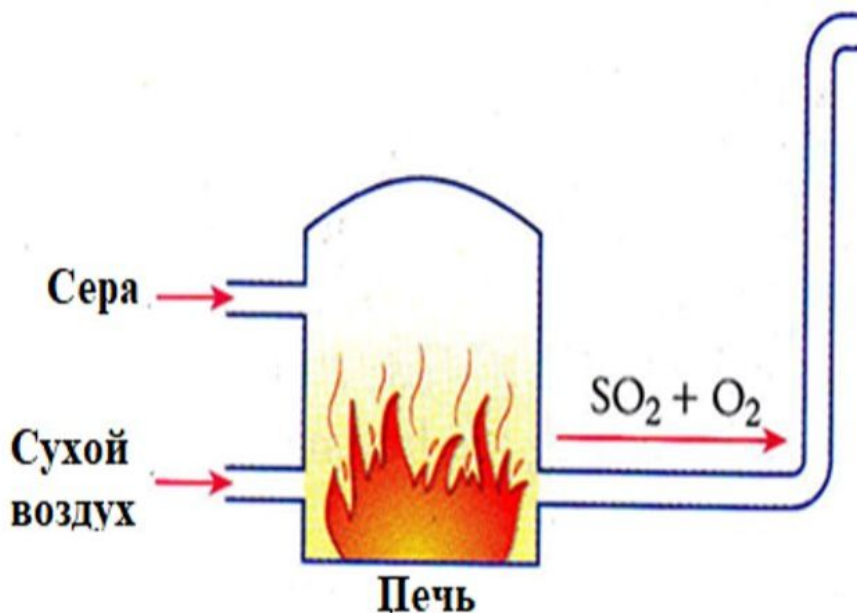
# Контактный процесс: 1-стадия



В печи расплавленная сера сжигается на сухом воздухе с образованием диоксида серы SO<sub>2</sub>. Полученный газ очищается и охлаждается.



# Контактный процесс: 1-стадия



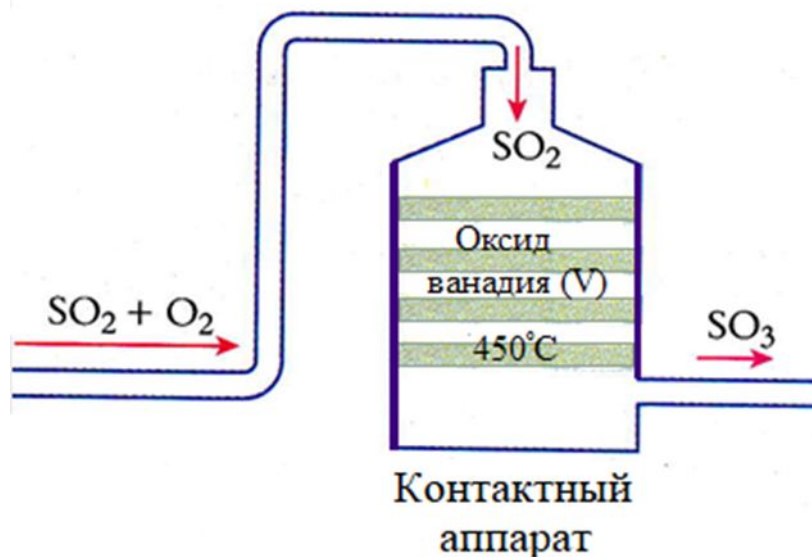
В печи расплавленная сера сжигается на сухом воздухе с образованием диоксида серы SO<sub>2</sub>. Полученный газ очищается и охлаждается.



**В чем преимущество сжигания расплавленной серы путем распыления в нагретом воздухе, объясните ваш ответ.**

Реакция происходит быстро, площадь поверхности большая

# Контактный процесс: 2-стадия

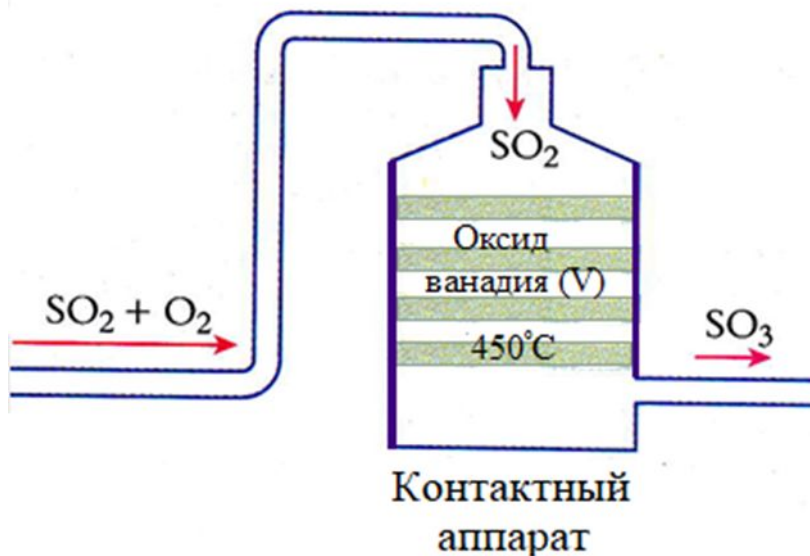


Смесь оксида серы (IV) и кислорода нагревают до 450°C и подвергают воздействию давления 101,3 - 202,6 кПа (1-2 атмосферы) в присутствии ванадиевого катализатора (оксид ванадия (V)) для получения оксида серы (VI) SO<sub>3</sub>(г).

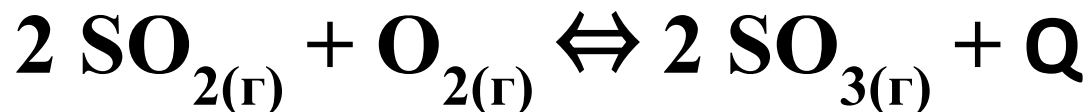


# Контактный процесс: 2-стадия

Около 99,5% оксида серы (IV),  $\text{SO}_2$  превращается в оксид серы (VI),  $\text{SO}_3$  через эту обратимую реакцию.



## II стадия. Окисление оксида серы (IV) до оксида серы (VI)



Диоксид серы + кислород (из воздуха)

1:1 (в объемном соотношении)

Температура: 400-450°C

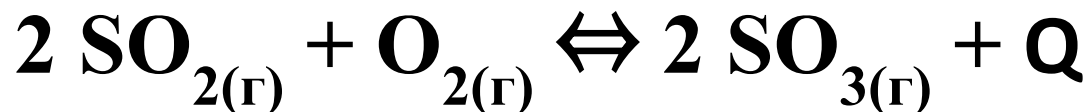
Давление: 1-2 атм

Катализатор:  $\text{V}_2\text{O}_5$

**Поэтому для получения триоксида серы необходимо использовать диоксид серы и кислород в объемном соотношении 1:1?**

Избыточное количество кислорода смещает равновесие в правую сторону, т. е. увеличивается общий выход триоксида серы

## II стадия. Окисление оксида серы (IV) до оксида серы (VI)



Диоксид серы + кислород (из воздуха)

1:1 (в объемном соотношении)

Температура: 400-450°C

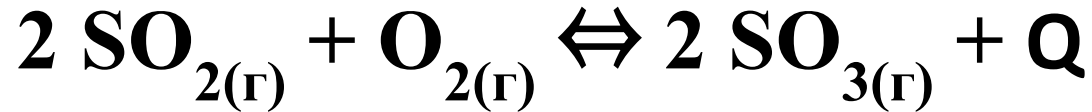
Давление: 1-2 атм

Катализатор:  $\text{V}_2\text{O}_5$

**Почему, реакция проводится под давлением 1-2 атм?**

Даже при этих относительно низких давлениях 99,5% диоксида серы превращается в триоксид серы. Из-за небольшого улучшения выхода на 0,5% не стоит увеличивать давление, а также затрат на создание высокого давления

**II стадия. Окисление оксида серы (IV) до оксида серы (VI)**



**Диоксид серы + кислород (из воздуха)**

**1:1 (в объемном соотношении)**

**Температура: 400-450°C**

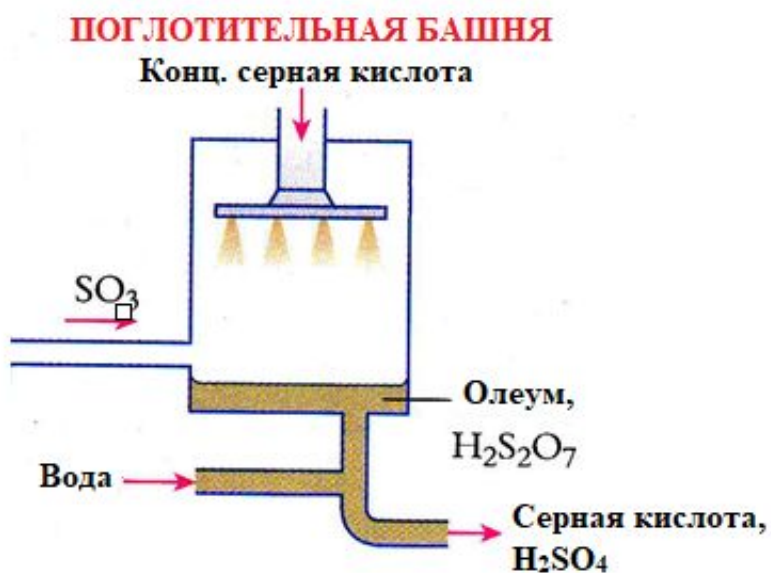
**Давление: 1-2 атм**

**Катализатор:  $\text{V}_2\text{O}_5$**

**Почему реакция проводится в присутствии катализатора?**

Добавление катализатора не приводит к увеличению процентного содержания триоксида серы в равновесной смеси. Он только увеличивает скорость реакции. Без участия катализатора реакция происходит очень медленно. Катализатор обеспечивает скорость, необходимую для установления динамического равновесия в течение короткого времени между газами в реакторе

# Контактный процесс: 3-стадия

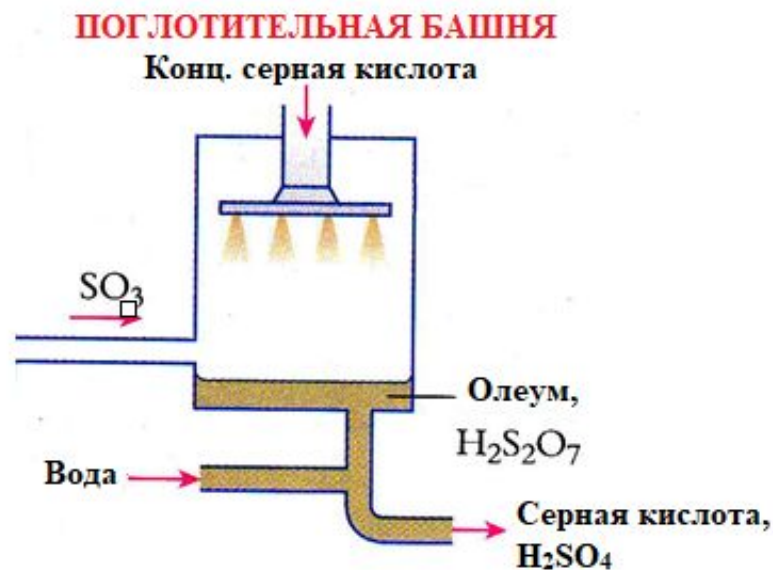


В поглотительной башне оксид серы (VI), SO<sub>3</sub> сначала реагирует с концентрированной серной кислотой, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с образованием продукта, называемого олеумом, H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.





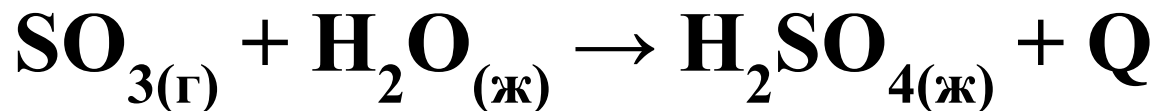
# Контактный процесс: 3-стадия



Затем олеум, H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> разбавляется водой с получением концентрированной серной кислоты, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в больших количествах.



## III стадия. Получение серной кислоты из оксида серы (VI)



**Почему для поглощения оксида серы (VI) используется 98% серная кислота, а не вода?**

В газовой фазе небольшое количество водяных паров приводит к образованию мелких капель серной кислоты и образуется устойчивый туман, не впитывающийся в воду.

**Критерий оценивания:** описывает основные стадии получения серной кислоты контактным способом и записывает уравнения реакций каждой стадий с указанием условия;

**Тест:**

1. Какое сырье необходимо для производства серной кислоты в контактном процессе?

A. Вода, воздух, сера

B. Аммиак, вода, кислород

C. Сырая нефть, воздух

2. Какой из трех этапов контактного процесса обратим?

A. Сжигание серы в кислороде с образованием диоксида серы

B. Реакция диоксида серы с кислородом с образованием триоксида серы

C. Реакция триоксида серы с водой с образованием серной кислоты

**Критерий оценивания:** описывает основные стадии получения серной кислоты контактным способом и записывает уравнения реакций каждой стадий с указанием условия;

**Тест:**

3. Как называется катализатор, используемый в контактном процессе?

А. Железо

В. Никель

С. Оксид ванадия (V)

# Области применения серной кислоты

