

Серная кислота: производство и применение

Цели урока

- объяснять процесс производства серной кислоты;
- понимать процесс производства серной кислоты как равновесный и уметь предсказывать воздействие изменения условий на выход целевого продукта;

Ожидаемые результаты

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

– объясняет необходимые условия для повышения выхода оксида серы (VI) при каталитическом окислении оксида серы (IV) в контактном аппарате;

Работа с терминами

Слабая кислота

Сильная кислота

Обратимая реакция

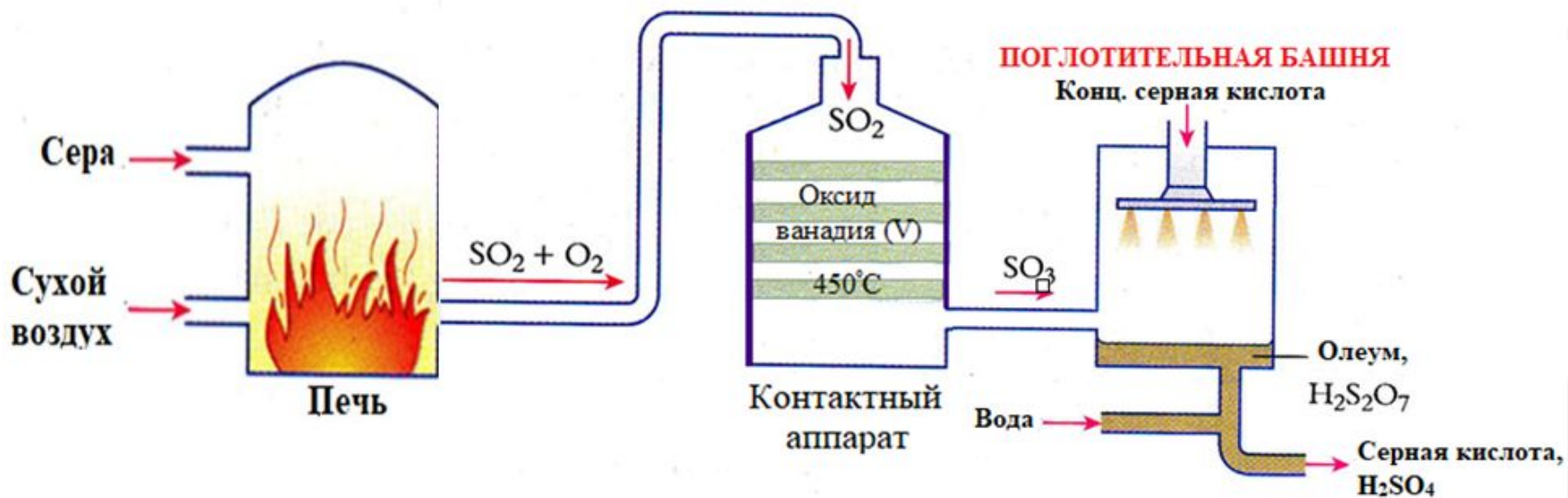
Химическое равновесие

Получение серной кислоты в промышленности

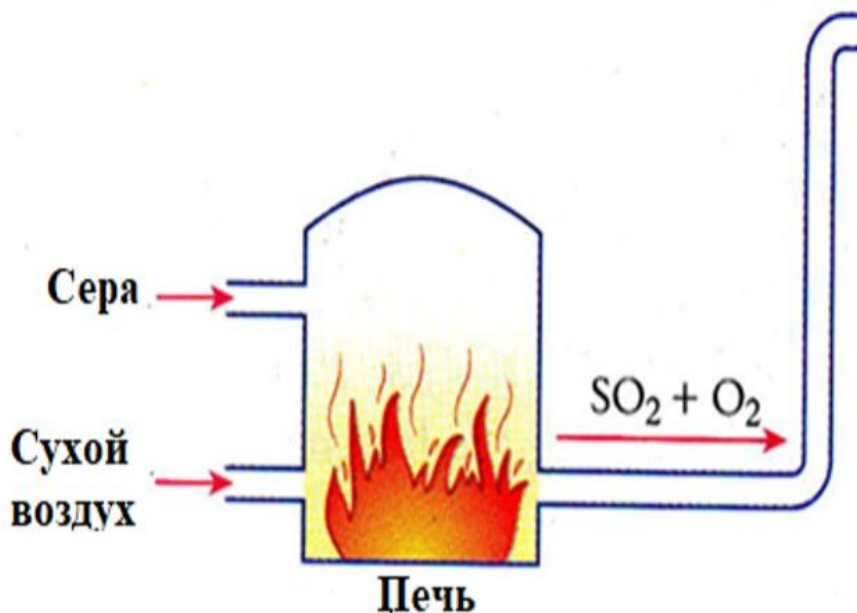
<https://bilimland.kz/ru/subject/ximiya/10-klass/proizvodstvo-sernoj-kisloty-kontaktным-sposobom?mid=f2867163-9ee4-11e9-a361-1f1ed251dcfe>

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).



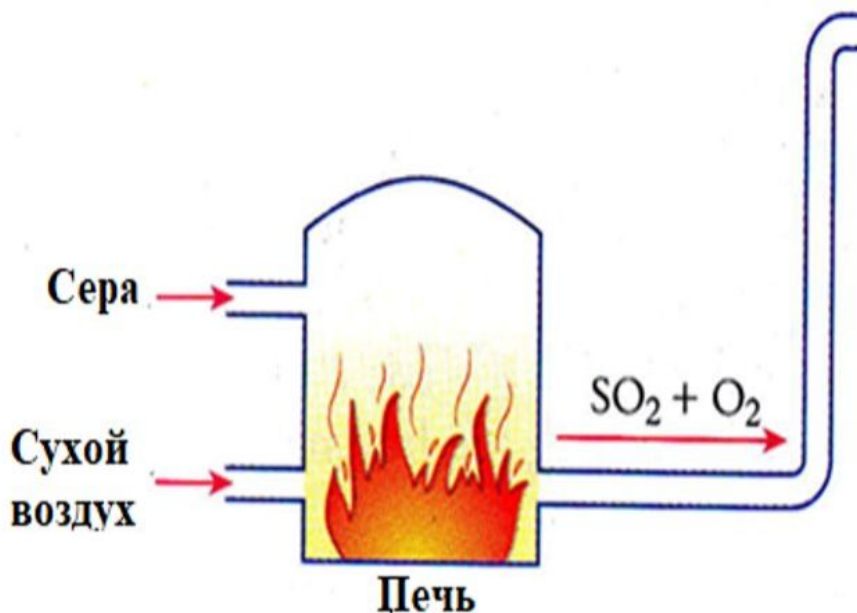
Контактный процесс: 1-стадия



В печи расплавленная сера сжигается на сухом воздухе с образованием диоксида серы SO₂. Полученный газ очищается и охлаждается.



Контактный процесс: 1-стадия



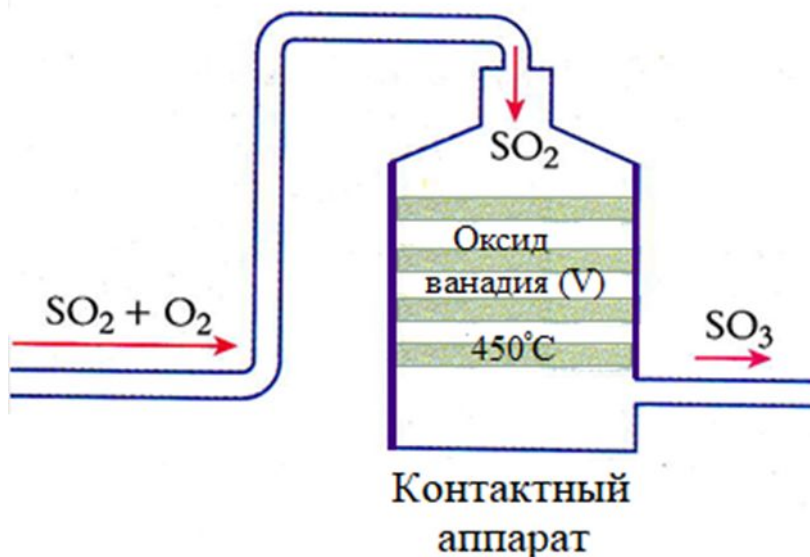
В печи расплавленная сера сжигается на сухом воздухе с образованием диоксида серы SO₂. Полученный газ очищается и охлаждается.



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

Реакция происходит быстро, площадь поверхности большая

Контактный процесс: 2-стадия

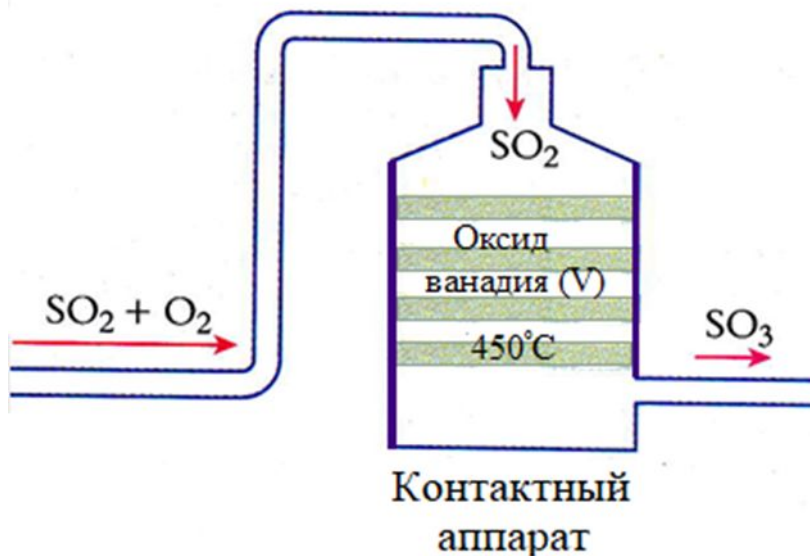


Смесь оксида серы (IV) и кислорода нагревают до 450°C и подвергают воздействию давления 101,3 - 202,6 кПа (1-2 атмосферы) в присутствии ванадиевого катализатора (оксид ванадия (V)) для получения оксида серы (VI) SO₃(г).

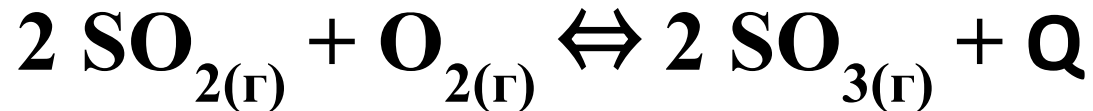


Контактный процесс: 2-стадия

Около 99,5% оксида серы (IV), SO_2 превращается в оксид серы (VI), 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

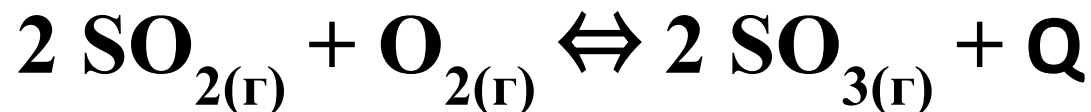
Давление: 1-2 атм

Катализатор: V_2O_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

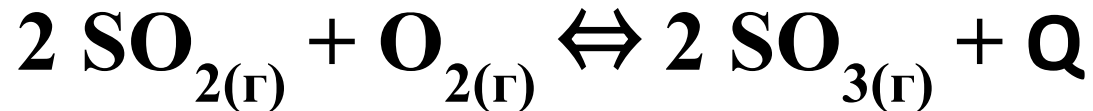
Давление: 1-2 атм

Катализатор: V_2O_5

Почему реакцию проводят при температуре 400-450°C?

400–450°C - это компромиссная температура, при которой в равновесной смеси образуется довольно высокая доля триоксида серы, за очень короткое время

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



Диоксид серы + кислород (из воздуха)

1:1 (в объемном соотношении)

Температура: 400-450°C

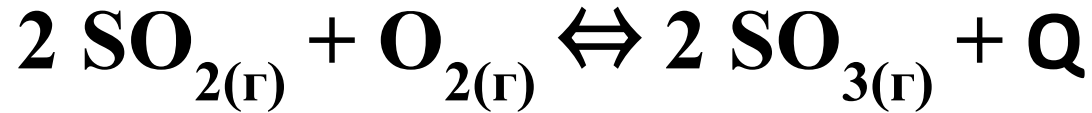
Давление: 1-2 атм

Катализатор: V_2O_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

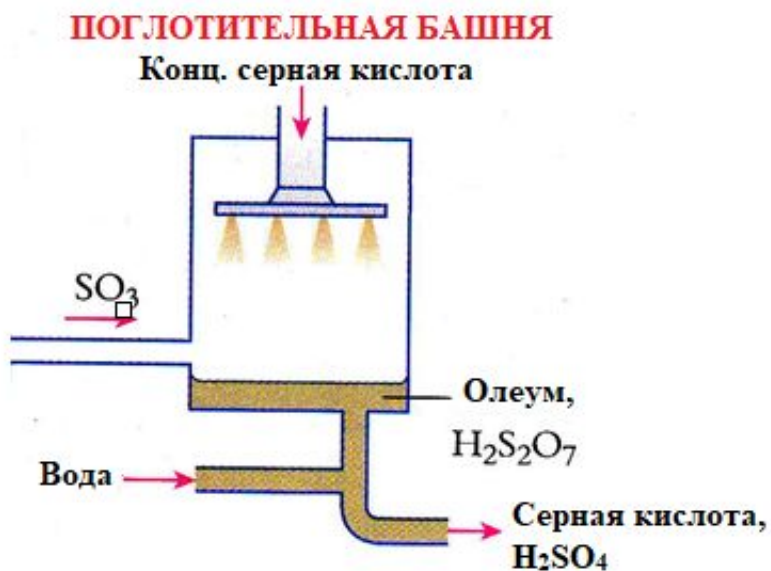
Давление: 1-2 атм

Катализатор: V_2O_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

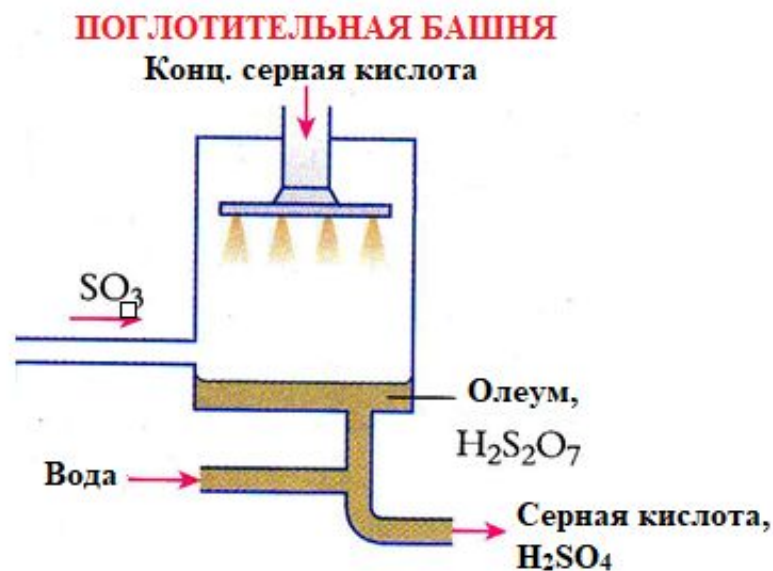
Контактный процесс: 3-стадия



В поглотительной башне оксид серы (VI), SO₃ сначала реагирует с концентрированной серной кислотой, H₂SO₄ с образованием продукта, называемого олеумом, H₂S₂O₇.



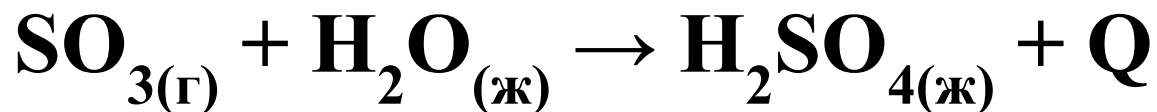
Контактный процесс: 3-стадия



Затем олеум, H₂S₂O₇ разбавляется водой с получением концентрированной серной кислоты, H₂SO₄ 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)

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

Тест:

4. Триоксид серы необходимо абсорбировать концентрированной серной кислотой, а не добавлять непосредственно в воду. Почему?

- A. Добавление воды замедлит реакцию.
- B. Добавление воды будет очень экзотермическим
- C. Добавление воды ускорит реакцию.

5. Что из следующего является правильным уравнением для производства триоксида серы на второй стадии контактного процесса?

- A. $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{г})}$
- B. $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 2\text{SO}_{3(\text{г})}$
- C. $2\text{S}_{(\text{т})} + 3\text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 2\text{SO}_{3(\text{г})}$

Ожидаемые результаты

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

– объясняет необходимые условия для повышения выхода оксида серы (VI) при каталитическом окислении оксида серы (IV) в контактном аппарате;