

participant code _____

name _____

Фиксация азота

Азотная кислота – одно из ключевых веществ в современной химической индустрии. Ежегодно производится несколько десятков миллионов тонн HNO_3 , однако ее получение связано со значительными трудностями, обусловленными химической инертностью азота. Наиболее экологически чистым методом фиксации азота, к тому же не требующим дорогостоящих катализаторов, является его прямое окисление кислородом воздуха при температуре свыше 2000°C :



Сырьем для такого производства служит воздух, пропускаемый в синтез-камере через пламя электрической дуги. Поскольку при температурах, больших 2500°C , равновесие реакции окисления азота устанавливается практически мгновенно, уже кратковременного нагревания достаточно для максимально возможного превращения реагентов.

1. На каких химических реакциях основан современный промышленный способ получения азотной кислоты? Напишите уравнения основных реакций.

Реакции:

2. В чем недостатки современного метода? Выберите 3 наиболее весомых из предложенных и запишите их в порядке убывания важности.

- а. использование дорогих катализаторов
- б. негативное влияние на окружающую среду
- в. высокая цена сырья
- г. сырье – невозобновляемый ресурс
- д. высокие расходы на создание больших давлений
- е. высокие расходы на создание больших температур

Недостатки:

3. При 2000°C константа равновесия K_p реакции (1) равна 0.540. Рассчитайте состав равновесной газовой смеси, образовавшейся при нагревании воздуха до 2000°C . Считайте, что воздух содержит 78% азота и 21% кислорода по объему.

participant code _____

Расчет:

Ответ: _____

Каков будет состав, если воздух заменить эквимолярной смесью азота и кислорода?

Расчет:

Ответ: _____

4. В таблице приведены константы равновесия реакции (1) при различных температурах

T, °C	1800	2000	2200	2400
K_p	0.379	0.540	0.727	0.936

Рассчитайте стандартное изменение энтальпии и энтропии в реакции окисления азота, считая, что они не зависят от температуры в этом интервале.

Расчет:

Ответ: _____

5. При какой температуре реакция в воздухе будет протекать на глубину 50%?

Расчет:

Ответ: _____

6. Пересчитайте энтальпию, энтропию и энергию Гиббса реакции при 2000°C к новому стандартному состоянию: 0.21 атм кислорода, 0.78 атм азота и 0.01 атм монооксида азота.

participant code _____

Расчет:

Ответ: _____

7. Какого бы состава кислород-азотная смесь ни была взята и какая бы температура ни была создана, максимальная концентрация оксида азота в выходящем из реактора газе не может превысить определенного значения. Рассчитайте это предельное значение.

Расчет:

Ответ: _____