

# Производство аммиака. Экологические последствия производства аммиака

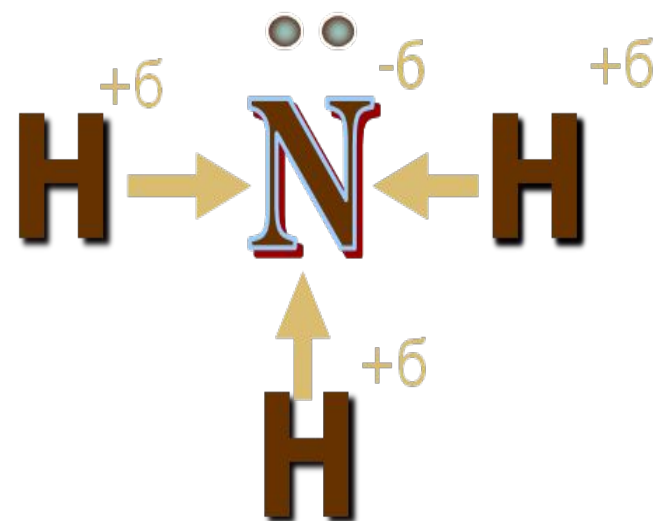
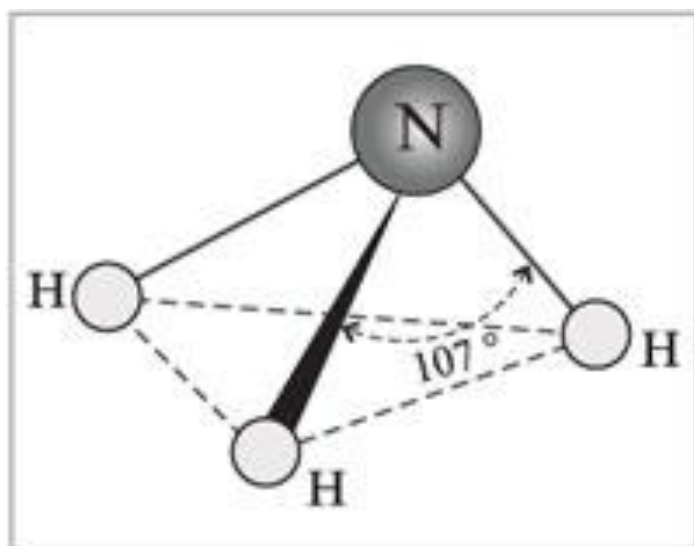
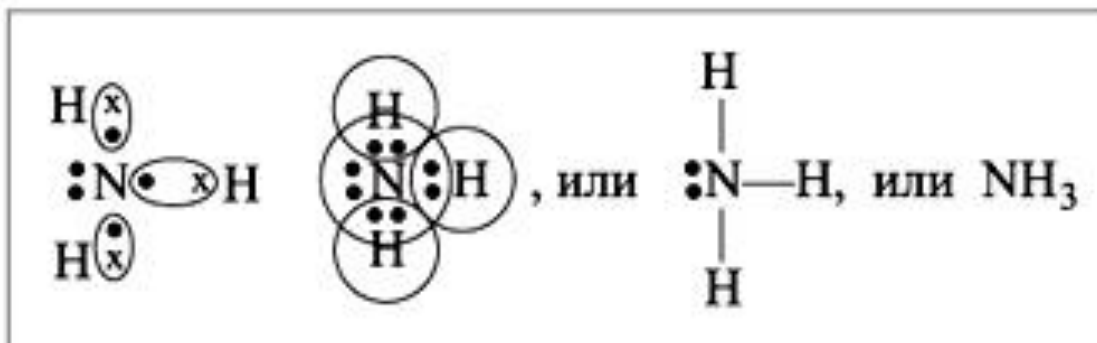


# Цели обучения

- 10.4.2.6** объяснять процесс производства аммиака;
- 10.4.2.7** понимать процесс производства аммиака как равновесный и уметь предположить воздействие изменения условий на выход целевого продукта;
- 10.4.2.8** знать области применения аммиака в промышленности;
- 10.4.2.9** оценить экологические последствия производства аммиака и способы сокращения выбросов заводами;

# Критерии оценивания

- Пишет уравнения реакции получения аммиака в промышленности
- Называет условия получения аммиака
- Перечисляет области применения аммиака в промышленности
- Оценивает экологические последствия производства аммиака и способы сокращения выбросов заводами



Азот с водородом образует  
 3 ковалентные  
 связи по обменному  
 механизму

**Промышленный способ получения аммиака  
основан на прямом взаимодействии водорода  
и азота:**



Условия:

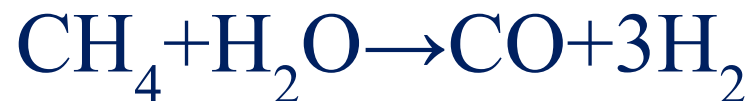
- *катализатор*
- *температура – 450 – 500 °С*
- *давление – 25 – 30 МПа*

Этот процесс называется процессом Габера (немецкий физик, разработал физико-химические основы метода).

# Сырье для производства аммиака

**Азот**, выделяемый из воздуха

**Водород**, получаемый взаимодействием метана с водяным паром:



Условия реакции: 750 °С, р атм, Ni

**Катализатор**: порошкообразное железо с примесью оксидов алюминия и калия



Водород

Азот



метан

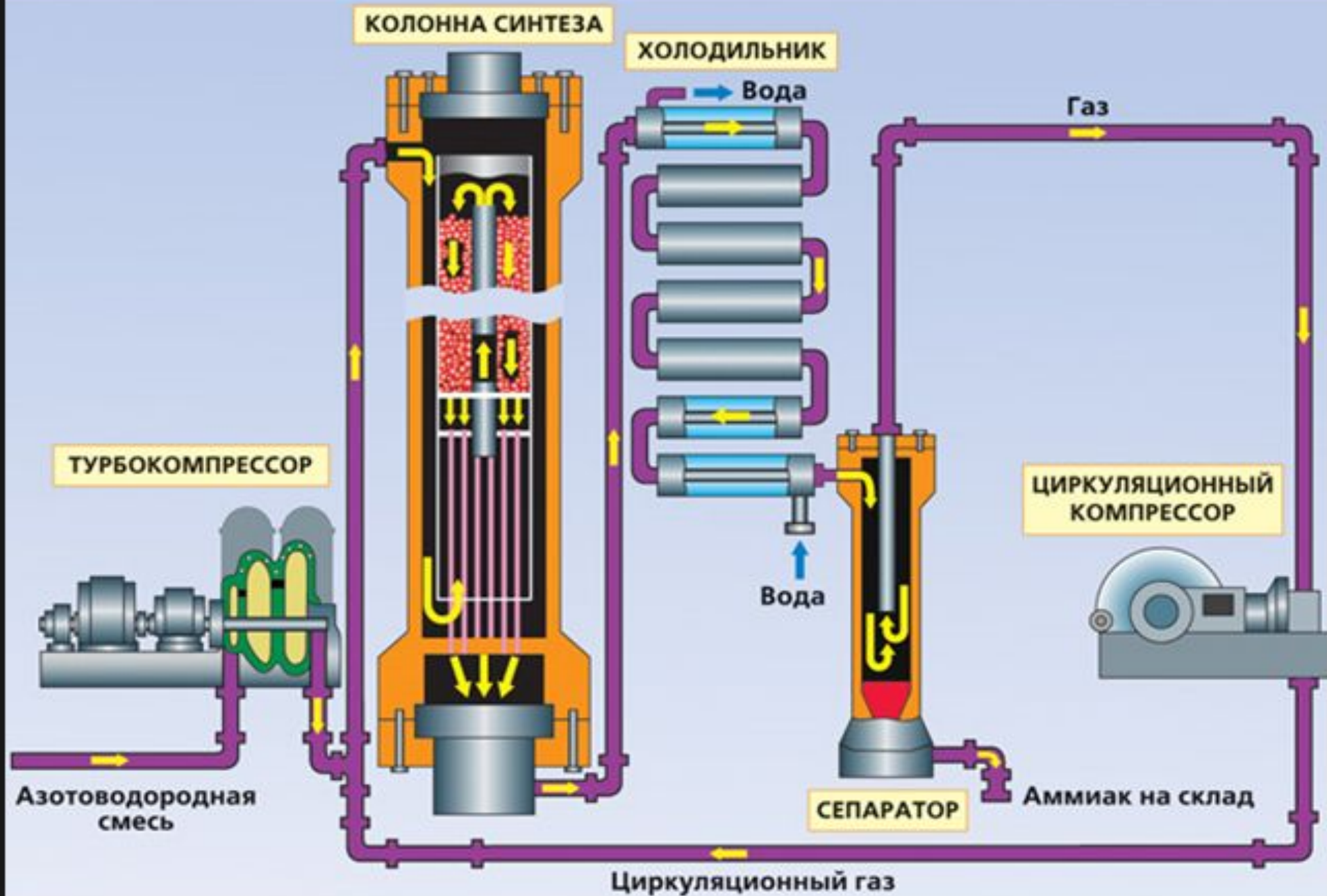
воздух



# Процессы-стадии производства аммиака

1. Подготовка сырья и подвод реагирующих веществ в зону реакции
2. Химические процессы
3. Отвод продуктов и не прореагировавших веществ из зоны реакции

# ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА



# Схема производства аммиака

Сжатие  
азотоводоро  
дной смеси

Нагревание  
смеси

Синтез  
аммиака

Охлаждение  
газовой смеси

Отделение  
аммиака от  
газовой смеси

# Схема производства аммиака

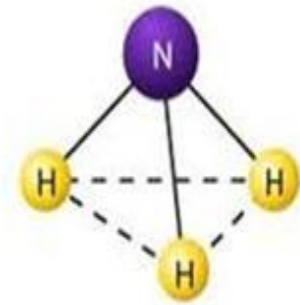


**Реакция синтеза аммиака  
экзотермическая, обратимая,  
каталитическая**



Объем вводимого воздуха  
такой, чтобы соотношение азота  
и водорода в газовой смеси  
было 1:3

Какие необходимо создать условия, чтобы выход аммиака был максимальным?



# Влияние температуры

Выход аммиака увеличится,  
если реакцию проводить при  
оптимальной температуре  
400-500°C

# Влияние давления

Чем выше давление, тем больше выход аммиака, т.к. из четырех молей исходных веществ образуется два моля продукта. Процесс проводится при

$P=300$  атм



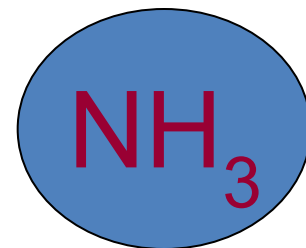
Дополнительными условиями  
служат увеличение концентрации  
продуктов реакции

Газовая смесь, содержащая метан,  
инертные газы воздуха, угарный газ  
удаляется не мешают синтезу  
аммиака, но уменьшают его,  
поэтому их отделяют от аммиака

# Дифференциация

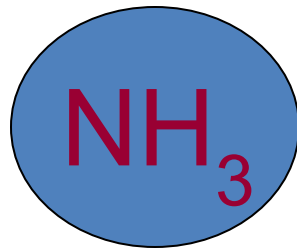
- **Для всех:**
- 1. При производстве аммиака получено 230 л продукта. Сколько это составляет от теоретически возможного, если на производство затрачено 179 л азота.
- 2. Какая масса воды потребуется для поглощения аммиака, полученного при реакции азота объемом 450 л с водородом.
- Выход продукта на производстве аммиака составляет 56%.
- **Для некоторых:**
- 1. При реакции водорода объемом 500 л образовался аммиак, объемом 300 л. Каков процент выхода продукта от теоретически возможного?
- 2. Вычислите объем воздуха (массовая доля кислорода 29%), необходимый для сжигания 250 мл аммиака.

# Применение аммиака



# Техногенные катастрофы

## Аварии, связанные с утечкой 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.**

