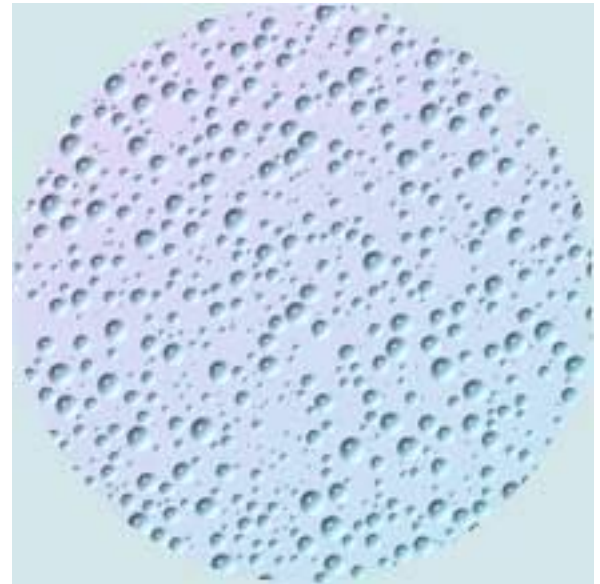


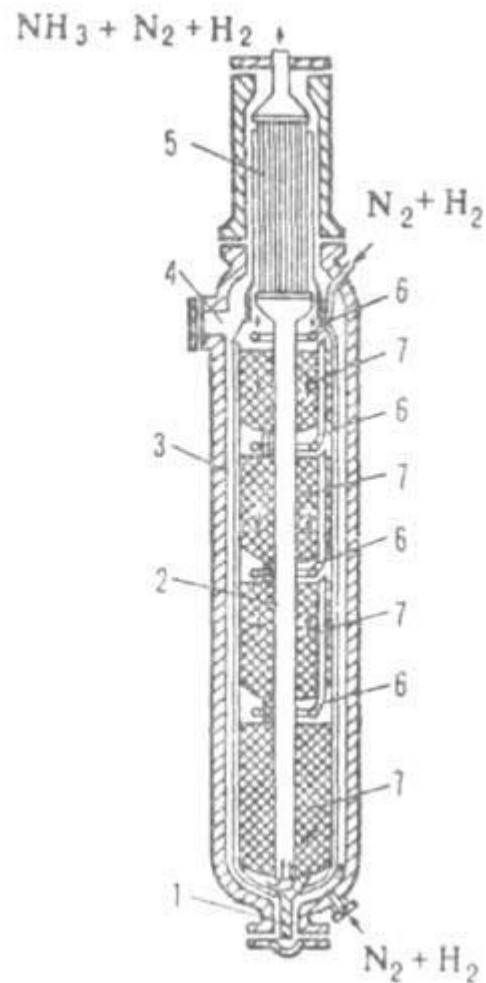
# ***Производство аммиака***



- Аммиак —  $\text{NH}_3$ , при нормальных условиях —
  - бесцветный газ с резким характерным
  - запахом (запах нашатырного спирта),
  - почти вдвое легче воздуха, ядовит.
    - Растворимость  $\text{NH}_3$  в воде чрезвычайно
- велика - около 1200 объёмов (при  $0^\circ\text{C}$ ) или
  - 700 объёмов (при  $20^\circ\text{C}$ ) в объёме воды.
    - Молекула аммиака имеет вид тетраэдра
    - с атомом азота в вершине. При
- неспаренных р-электронов атомы азота участвуют в образовании
  - полярных ковалентных связей
  - с 1s-электронами трёх атомов водорода.
- Кроме того, у атома азота есть
  - неподелённая пара электронов.



В жидком аммиаке молекулы связаны между собой водородными связями. Этим объясняется сравнительно высокая температура кипения и высокая теплота испарения аммиака. Однако прочность этих связей в жидком аммиаке существенно ниже, чем у воды, поэтому вязкость, например, жидкого аммиака в 7 раз меньше вязкости воды.



# Химические свойства

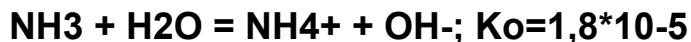
- Благодаря наличию неподеленной электронной пары во многих реакциях аммиак выступает как нуклеофил или комплексообразователь. Так, он присоединяет протон, образуя ион аммония:



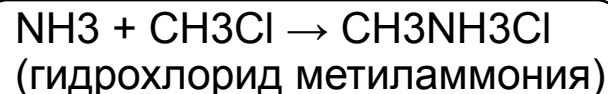
- С кислотами даёт соответствующие соли аммония:



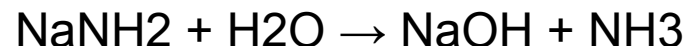
- Водный раствор аммиака ("нашатырный спирт") имеет слабощелочную реакцию из-за протекания процесса



- С галогеноалканами вступает в реакцию нуклеофильного присоединения, образуя замещённый ион аммония (способ получения аминов):



- амиды являются более сильными основаниями, чем гидроксиды, а следовательно, подвергаются в водных растворах необратимому гидролизу:



# Классификация установок для синтеза аммиака

- Установки, работающие при низких давлениях (100-200 ат), которые в следствии их сложности И малой экономичности, редко применяются в промышленности.
- Системы, работающие при средних давлениях(280-350 ат)
- Системы, работающие при высоких давлениях(400-1000ат)

# **Сырье для производства аммиака**

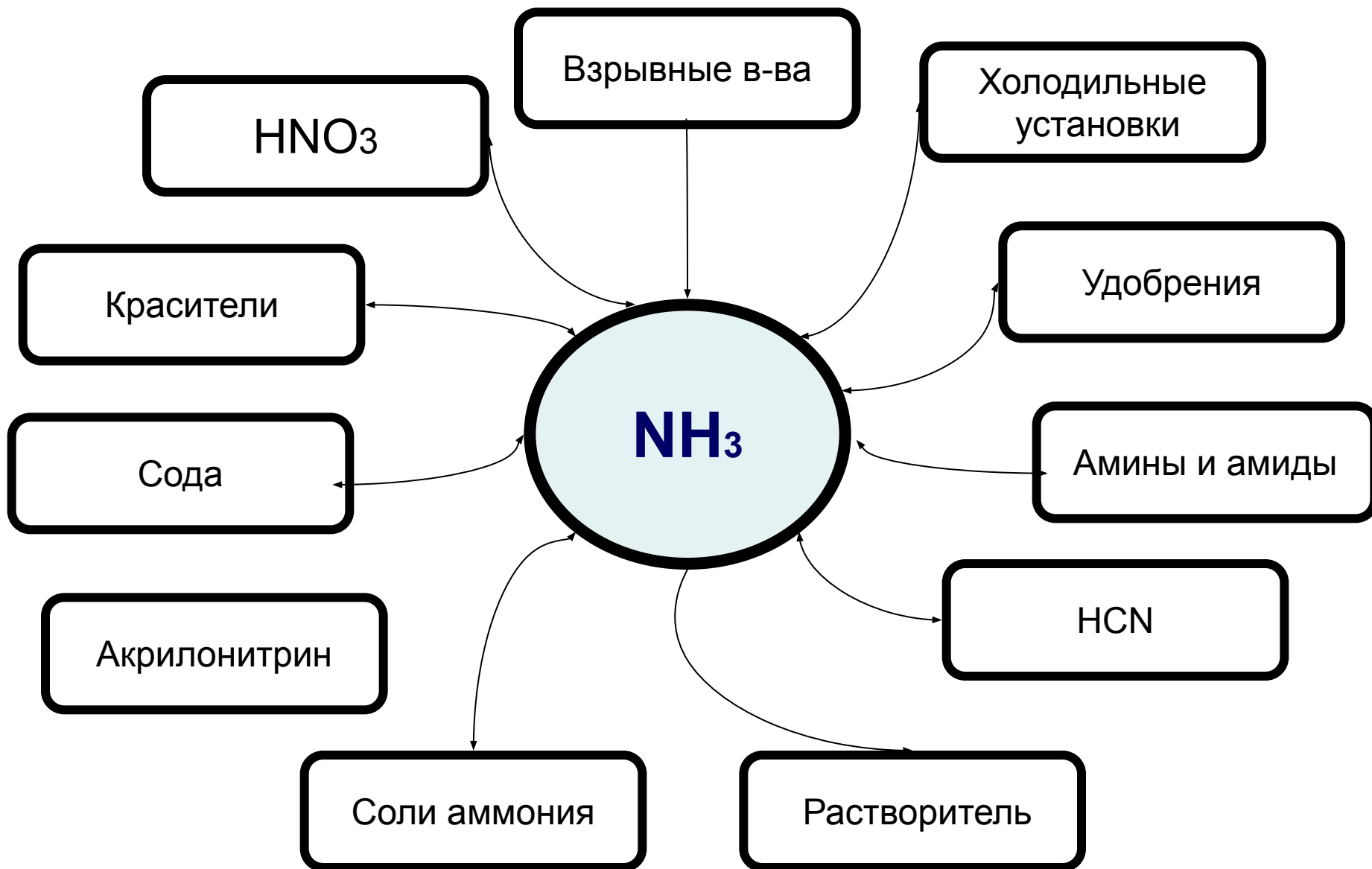
→ Азот-№2 (из воздуха)

→ Водород-Н<sub>2</sub>(из природных горючих газов, богатых метаном СН<sub>4</sub>; или из газов, получающихся при химической

переработке каменного угля и нефти)

→ Катализатор - парашкообразное железо с примесью оксидов алюминия и кальция

# Приминение



# ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА.

- Рассмотрим процесс синтеза аммиака из простых веществ: водорода и азота. Химизм процесса можно представить с помощью уравнения реакции.
- $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$
- Реакция является обратимой, экзотермической, идущей с уменьшением объёма. Поскольку эта реакция экзотермическая, то понижение температуры будет смещать равновесие в сторону образования аммиака, но при этом существенно снижается скорость химической реакции. Поэтому синтез проводят при температуре 500-550°C и в присутствии катализатора. А так как катализатор ускоряет прямую и обратную реакцию одинаково, а повышение температуры смещает равновесие в сторону исходных веществ, эти условия не выгодны для промышленного производства. В соответствии с принципами смещения равновесия для противодействия влиянию повышенной температуры используют давление. Для синтеза аммиака применяют давления 15-100 МПа. Различают три способа производства в зависимости от используемого давления:

1. Низкого давления  
(10-15 МПа);

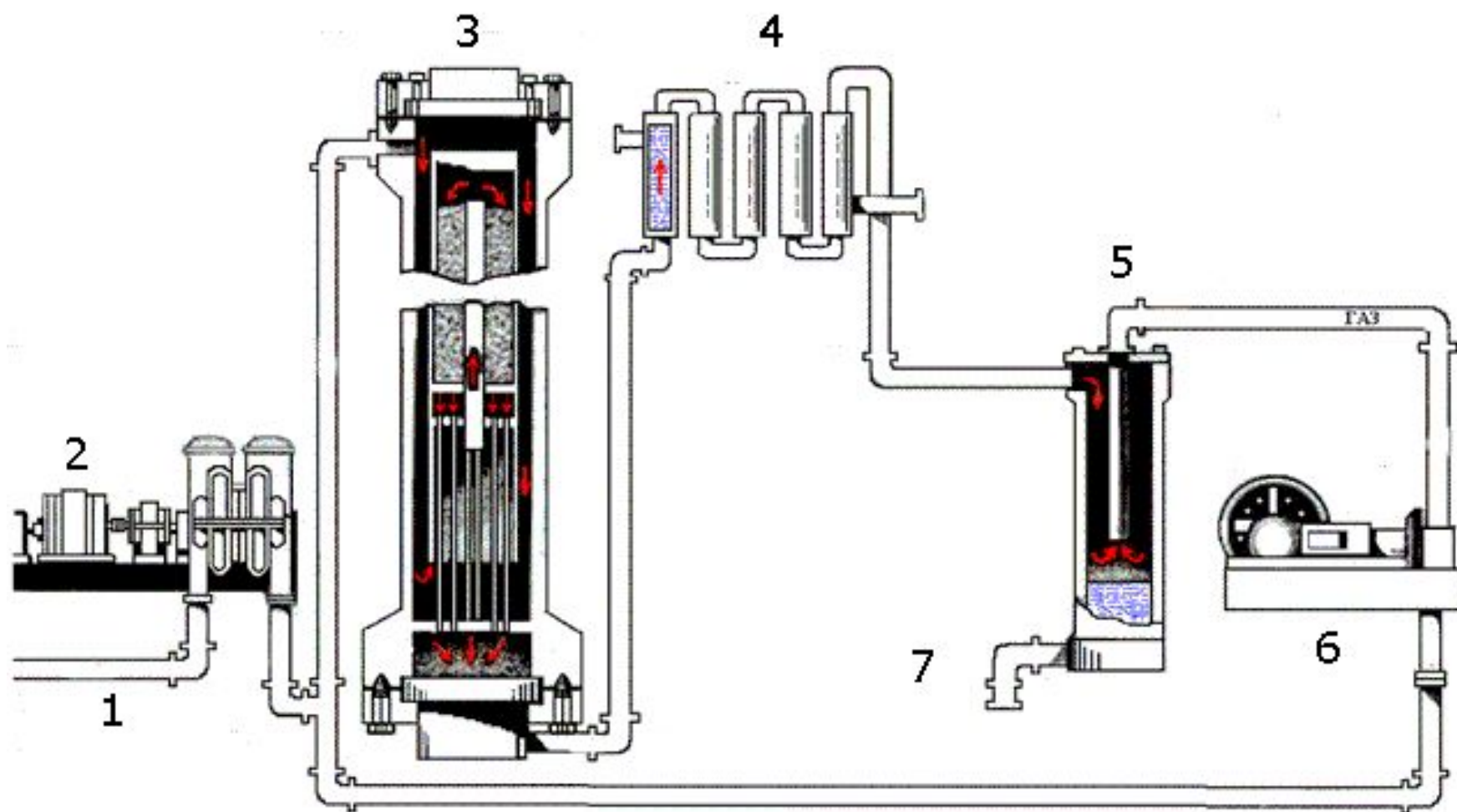
2. Среднего давления  
(25-30 МПа);

3. Высокого давления  
(50-100 МПа).



## ***Наиболее распространённым является второй способ.***

- В качестве катализатора используют губчатое железо с добавками оксидов алюминия, калия, кальция, кремния.
- Отрицательно на скорость образования аммиака влияют вредные примеси: вода, сероводород, оксид углерода (II). Они отравляют катализатор, снижая его активность. Поэтому азотводородную смесь тщательно очищают. Однако и при этих условиях только часть смеси превращается в аммиак. Для полного использования исходных веществ непрорегировавшую часть смеси вновь направляют в реактор. Рассмотрим процессы, протекающие при синтезе, назначение аппаратов.



1-азотводородная смесь, 2-турбокомпрессор, 3-колонна синтеза, 4-холодильник, 5-сепаратор, 6-циркуляционный насос, 7-аммиак на склад

# ***Физиологическое действие***

- Аммиак ядовит. ПДК = 20 мг/м<sup>3</sup>. Жидкий аммиак вызывает сильные ожоги. При содержании в воздухе 0,5% по объему аммиак сильно раздражает слизистые оболочки. При остром отравлении поражаются глаза и дыхательные пути. При хроническом отравлении — расстройство пищеварения, катар верхних дыхательных путей, ослабление слуха.

# Применение

- В основном используется для производства азотных удобрений (нитрат и сульфат аммония, мочеви́на), взрывчатых веществ и полимеров, азотной кислоты, соды (по аммиачному методу) и других продуктов химической промышленности. Жидкий аммиак используют в качестве растворителя.

В холодильной технике используется в качестве холодильного агента

# Получение

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



Это так называемый процесс Габера (немецкий физик, разработал физико-химические основы метода).

Реакция происходит с выделением тепла и понижением объёма. Следовательно, исходя из принципа Ле-Шателье, реакцию следует проводить при возможно низких температурах и при высоких давлениях - тогда равновесие будет смещено вправо. Однако скорость реакции при низких температурах ничтожно мала, а при высоких увеличивается скорость обратной реакции. Проведение реакции при очень высоких давлениях требует создания специального, выдерживающего высокое давление оборудования, а значит и больших капиталовложений. Кроме того, равновесие реакции даже при 700°C устанавливается слишком медленно для практического её использования.

Применение катализатора (пористое железо с примесями  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{K}_2\text{O}$ ) позволило ускорить достижение равновесного состояния. Интересно, что при поиске катализатора на эту роль пробовали более 20 тысяч различных веществ.

Учитывая все вышеприведённые факторы, процесс получения аммиака проводят при следующих условиях: температура 500°C, давление 350 атмосфер, катализатор. Выход аммиака при таких условиях составляет около 30%. В промышленных условиях использован принцип циркуляции - аммиак удаляют охлаждением, а непрореагировавшие азот и водород возвращают в колонну синтеза. Это оказывается более экономичным, чем достижение более высокого выхода реакции за счёт повышения давления.

Для получения аммиака в лаборатории используют действие сильных щелочей на соли аммония:



Для осушения аммиака его пропускают через смесь извести с едким натром.