



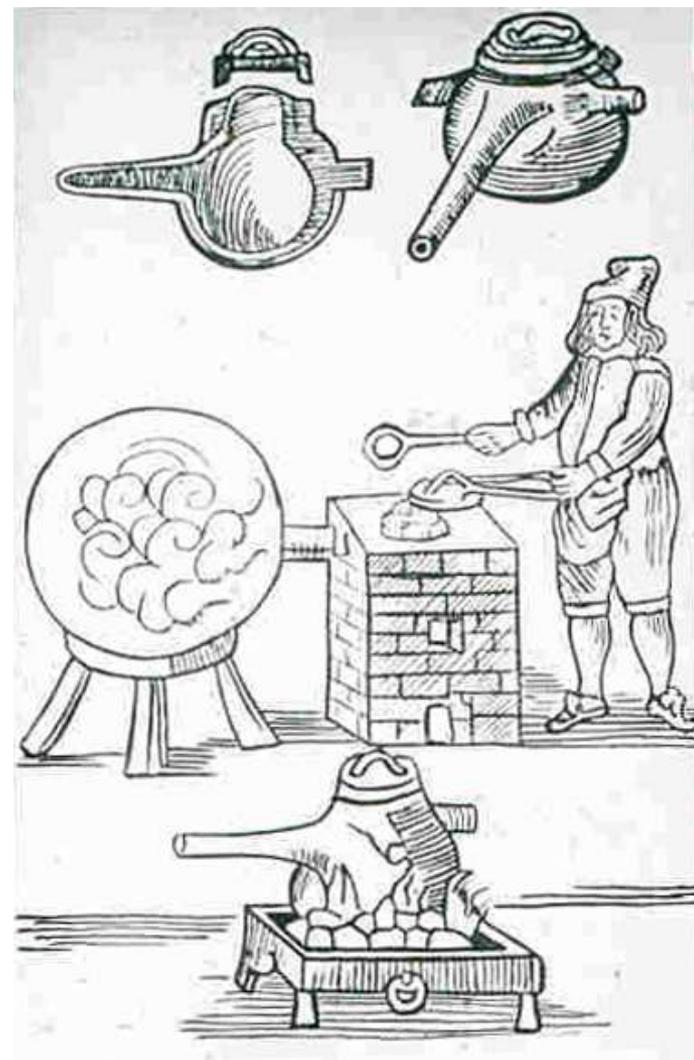
Химическая промышленность

Продукты химической промышленности

- ◆ пластмассы;
- ◆ синтетические волокна;
- ◆ фармацевтические препараты;
- ◆ мыла и моющие средства;
- ◆ пестициды;
- ◆ косметику и парфюмерные изделия;
- ◆ удобрения;
- ◆ красители

Хит-парад продуктов химической промышленности

- 1) серная кислота H_2SO_4
- 2) аммиак NH_3
- 3) азот N_2
- 4) негашеная известь CaO
- 5) кислород O_2
- 6) этилен C_2H_4
- 7) едкий натр NaOH
- 8) хлор Cl_2
- 9) хлороводород HCl
- 10) фосфорная кислота H_3PO_4
- 11) азотная кислота HNO_3



Составляющие химического производства

- ◆ аппаратура;
- ◆ сырье;
- ◆ энергия;
- ◆ вода и другие
вспомогательные
материалы.



Области применения химической технологии

- Получение полупродуктов
- Получение законченной продукции целевого назначения
- Производство материалов
- Производство различных изделий
- Производство энергии

Химическая технология – это наука о наиболее экономичных методах и средствах массовой химической переработки природных материалов (сырья) в продукты потребления и промежуточные продукты

Нефтеперерабатывающий завод (Испания)

Стадии химического производства

Подготовка сырья и подвод реагентов в зону реакции



Химические процессы



Отвод продуктов и непрореагировавших веществ из зоны реакции

Научные принципы химической технологии

- ◆ создание оптимальных условий проведения химических реакций;
- ◆ полное и комплексное использование сырья;
- ◆ разумная организация энергетики процесса;
- ◆ принцип непрерывности;
- ◆ защита окружающей среды и человека.



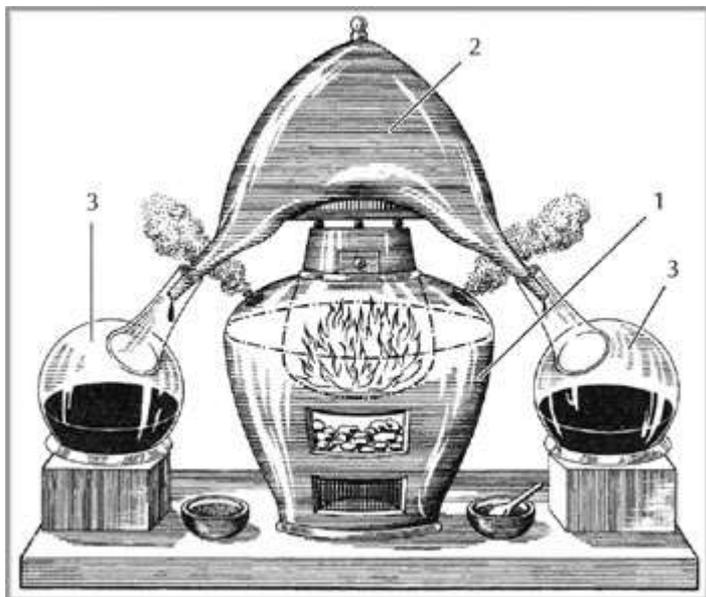
Производство серной кислоты (контактный способ)

- Сырье – пирит FeS_2
- Вспомогательные материалы: серная кислота (98%), катализатор V_2O_5
- Производство непрерывное
- Основные химические процессы:



Производство серной кислоты (нитрозный способ)

- Сырье: SO_2 , NO_2 , вода
- Основные химические процессы:

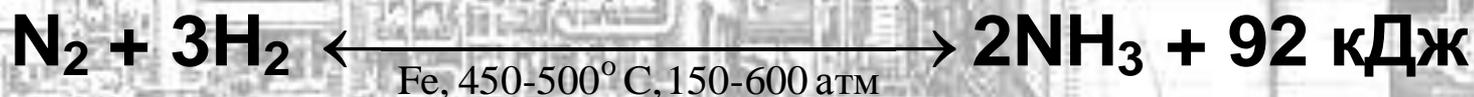


Установка для получения серной кислоты сжиганием серы в присутствии селитры, XVIII в.:

- 1 – печь, разогреваемая углями;
2 – стеклянный сосуд,
где образующиеся газы взаимодействуют с парами воды;
3 – колбы, в которые собирают олеум*

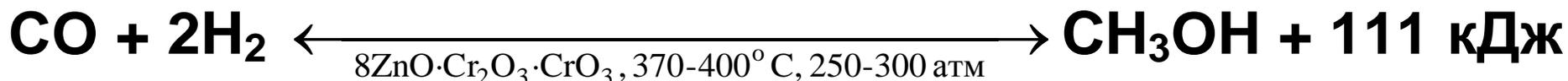
Производство аммиака

- Сырье – азотоводородная смесь
- Вспомогательный материал – катализатор (губчатое железо с примесью оксидов калия и алюминия)
- Основной химический процесс:



Хомс. Завод азотных удобрений (Сирия)

и метанола

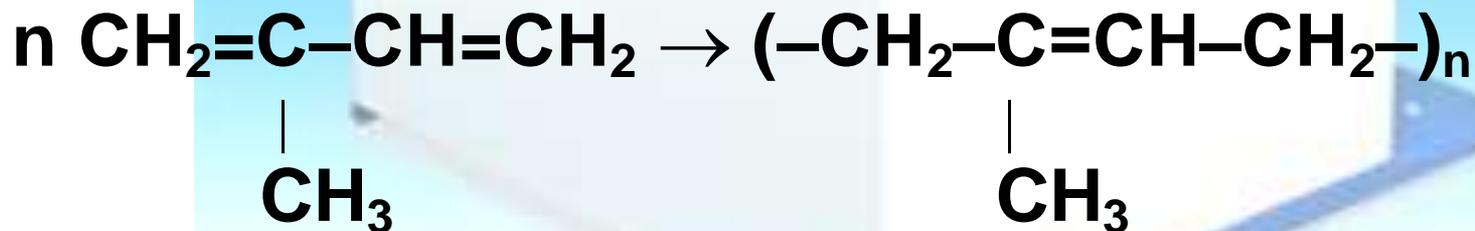


Производство полиэтилена низкого давления

- Сырье: этилен
- Вспомогательные материалы: бензин (растворитель), $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ и TiCl_4 (катализатор Циглера – Натта), метанол (для отмывки катализатора)
- Условия: $60\text{-}80^\circ\text{C}$, 2-4 атм
- Основной химический процесс:
$$n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$$
- Продукт: полиэтилен с $M = 70000\text{-}350000$

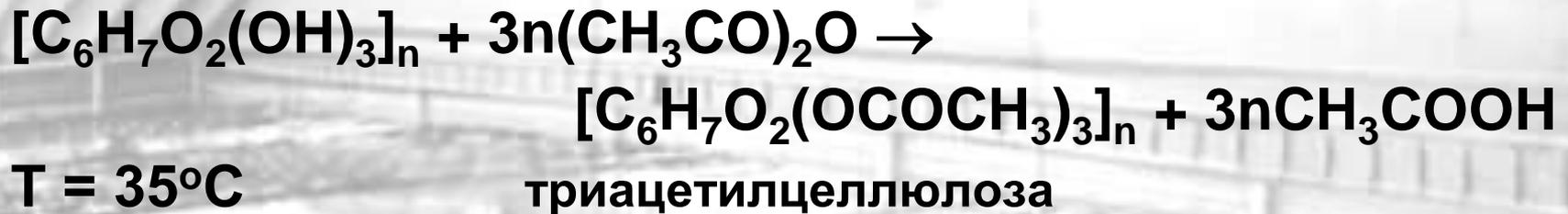
Производство синтетического каучука

- Сырье: изопрен (2-метилбутадиен-1,3)
- Вспомогательные материалы: растворитель – изопентан, катализатор – $\text{Al}(\text{C}_4\text{H}_9)_3$ и TiCl_4
- Непрерывный процесс, 30°C
- Основной химический процесс:

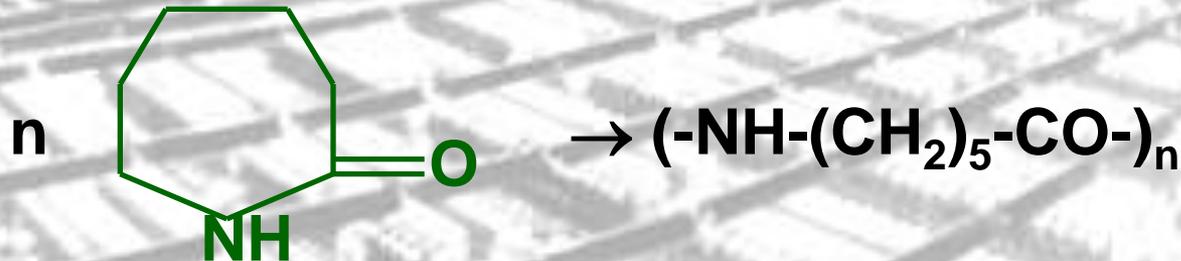


Производство волокон

- **Ацетатное волокно**



- **Капрон**

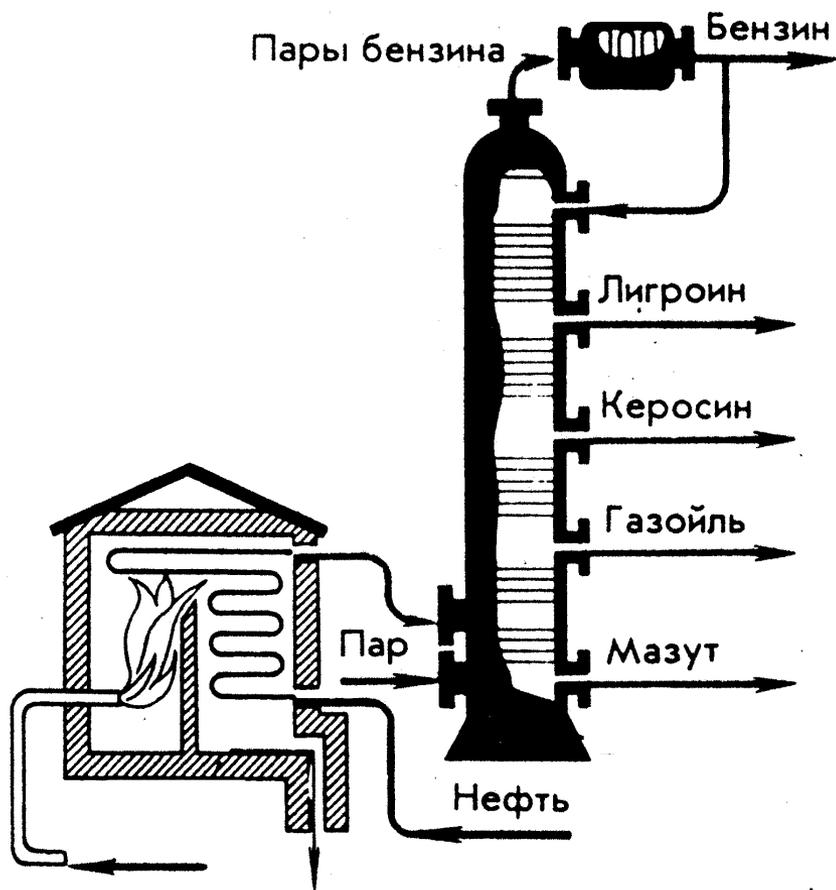


капролактam

$T = 250^\circ\text{C}$

Переработка нефти

- Ректификация
 - Производство непрерывное



luknef.lukoil.ru

hutorov.net



парафин
вазелин



разные машинные масла

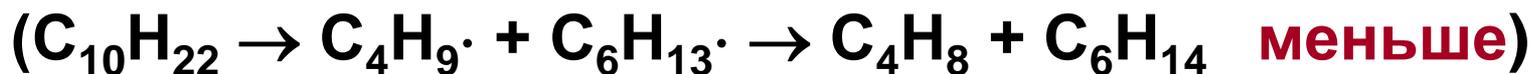
кубовый остаток (асфальт)



Переработка нефти

- Крекинг - разрыв связи С-С

- Термический (500-600°C)



- Каталитический (более низкие температуры)



- Риформинг (500°C, р, Pt)



Октановое число:

100 – 2,2,4-триметилпентан

0 – н-гептан

печь риформинга (irimex.ru)



Крупнейшие химические корпорации мира

	Компания	Объем производства в 2007 г., млрд долл.
1.	BASF (Германия)	65,3
2.	Dow Chemical (США)	53,5
3.	INEOS (Великобритания)	43,6
4.	LyondellBasell (США)	42,8
5.	Formosa Plastics (Тайвань)	31,9
6.	DuPont (США)	28,5
7.	Saudi Basic Industries	26,4
8.	Bayer (Германия)	24,2
9.	Mitsubishi Chemical (Япония)	22,2
10.	AkzoNobel/Imperial Chemical Industries (Великобритания)	19,9

Крупнейшие химические компании России

Место в Топ-400 (2011 г.)	Компания	Регион	Объем реализации, 2010 г., млрд руб.	Чистая прибыль, 2010 г., млрд руб.	Количество работников, тыс. человек
24	«Сибур холдинг»	–	239,2	Н.Д.	30,0
43	«Газпром нефтехим Салават»	Республика Башкортостан	121,8	3,2	12,1
54	Группа «Еврохим»	–	97,8	20,0	19,6



ХИМИЯ
ИЛИ ЖИЗНЬ?



Защита окружающей среды и человека



- *предельно допустимые концентрации (ПДК)* – максимально допустимое количество загрязняющей примеси в единице объема воздуха или воды.



Способы уменьшения вредности производства:

- ◆ применение безотходных или малоотходных технологий
- ◆ тщательная очистка продуктов и отходов производства
- ◆ высокая степень механизации и автоматизации производства

ПДК некоторых загрязнителей

Загрязнитель	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	ПДК в воздухе населенных мест, мг/м ³	ПДК в водоемах, мг/л
Аммиак NH ₃	20	0,04	2
Бензол C ₆ H ₆	5	0,1	0,5
Фенол C ₆ H ₅ OH	5	0,1	0,001
Формальдегид CH ₂ O	0,5	0,012	0,01
Свинец Pb	0,01	0,007	0,005
Ртуть Hg	0,01	0,001	0,0005

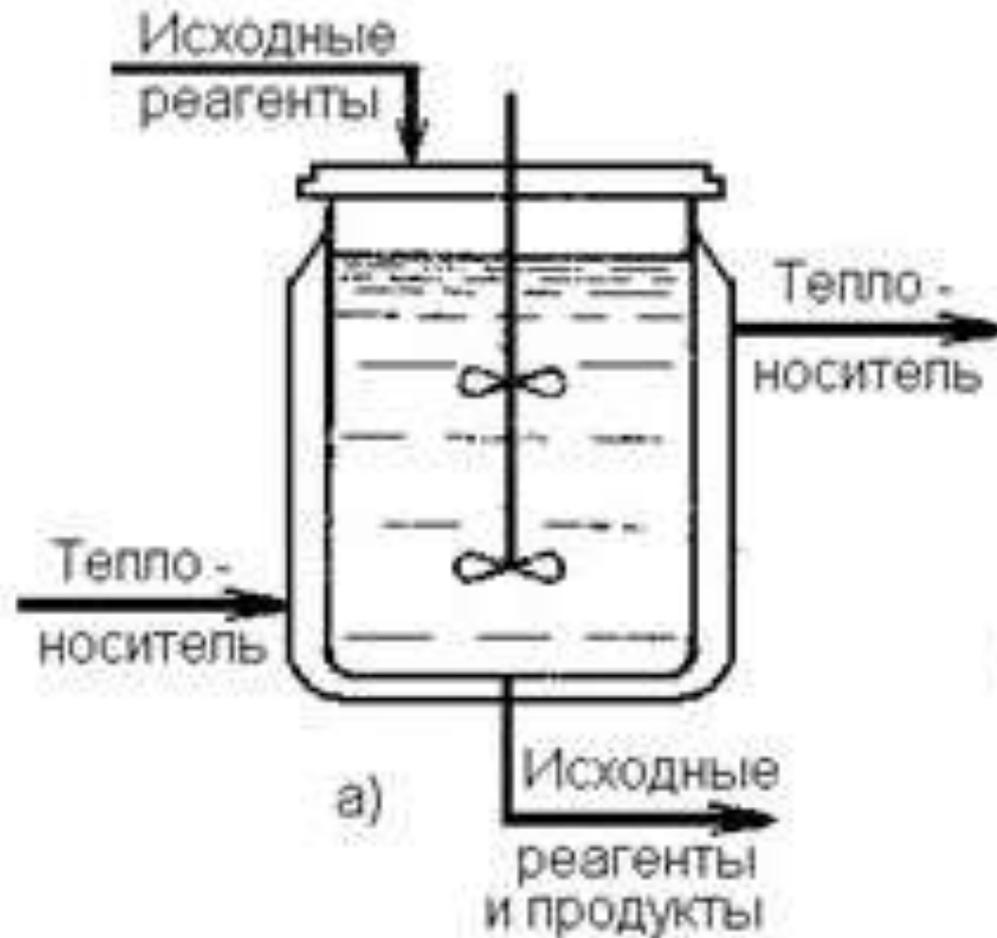


Принцип непрерывности

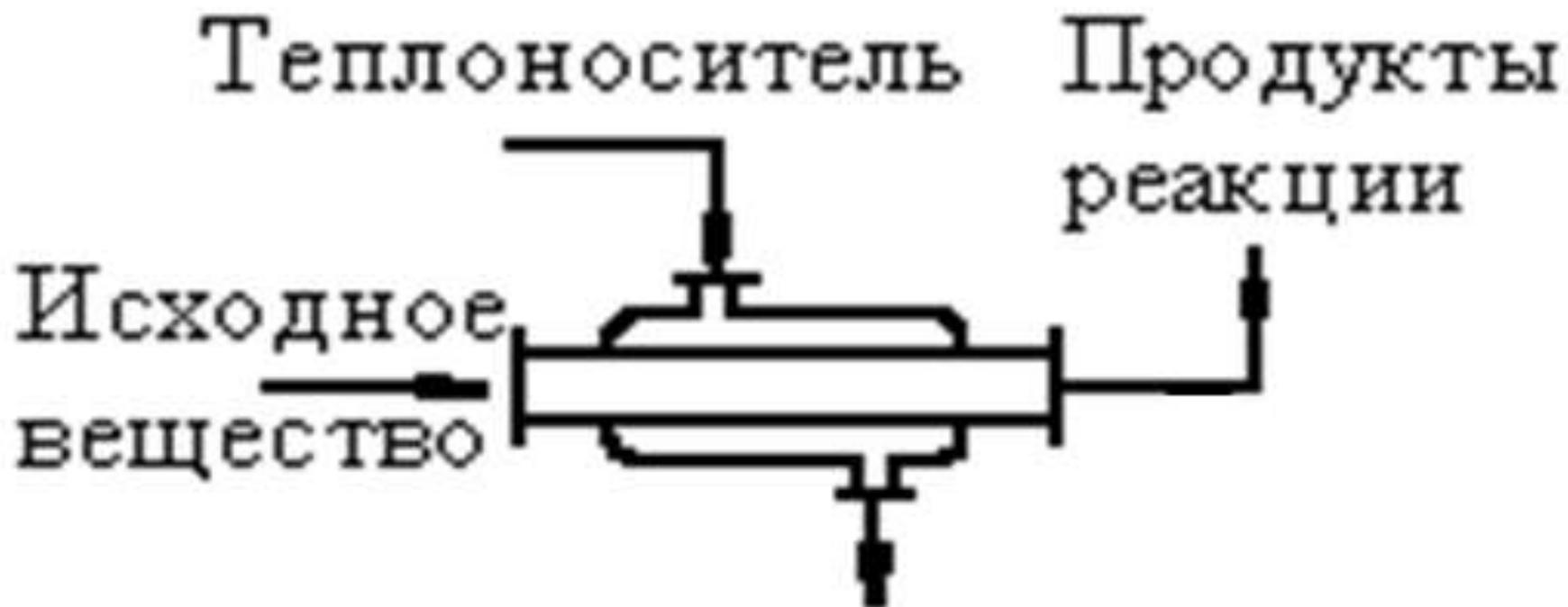


Процесс	В чем состоит	Где используется
Непрерывный 	Сырье непрерывно подается в реактор, а продукты непрерывно отводятся	Синтез аммиака, производство чугуна, контактный способ производства серной кислоты
Периодический 	Периодически повторяющиеся циклы: смешение реагентов – взаимодействие – выделение продуктов	Производство стали, соляной кислоты, органических красителей, взрывчатых веществ

Реактор идеального смешения



Реактор идеального вытеснения



Реальный реактор

x – концентрация

y – температура

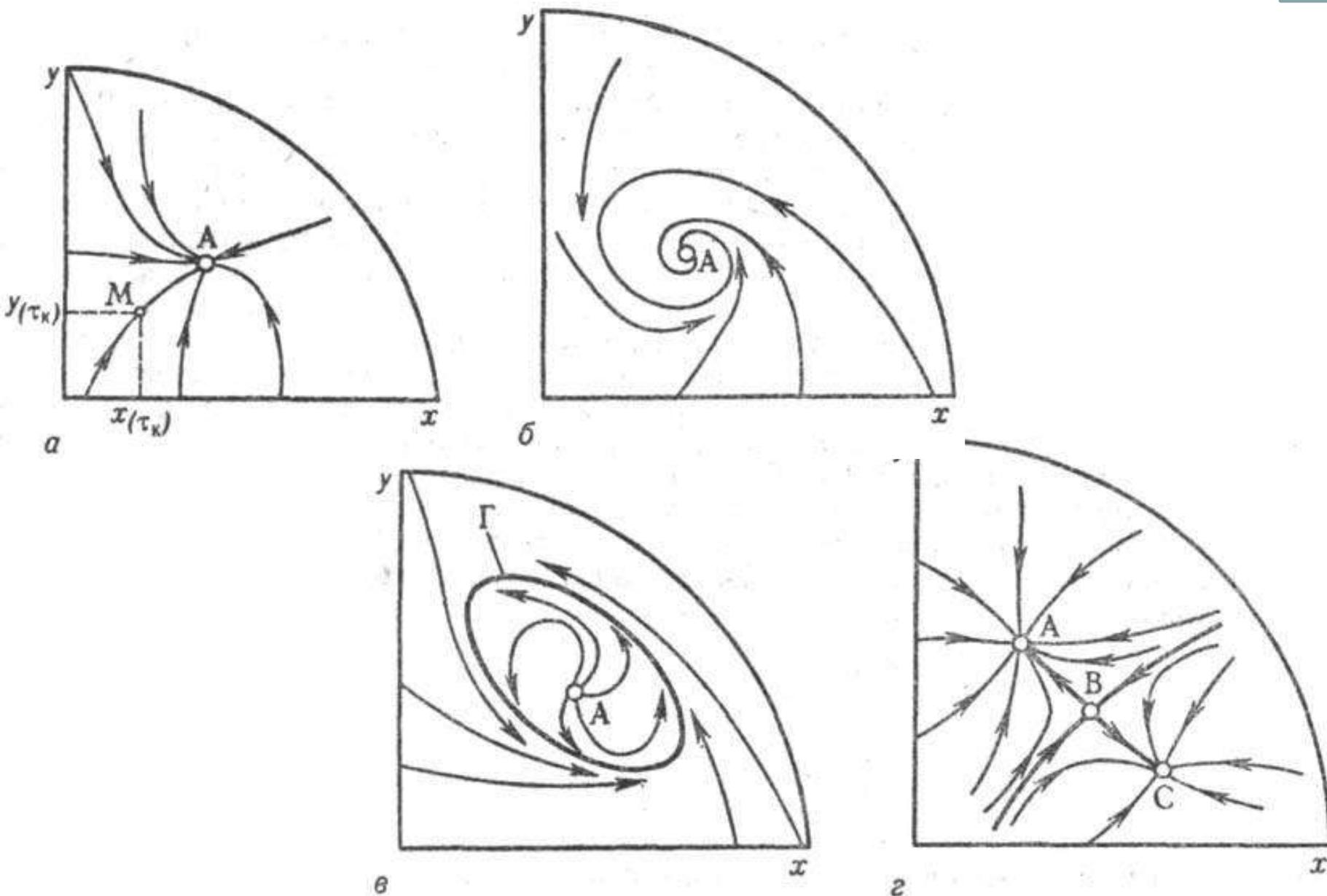
$$\frac{dx}{d\tau} = xe^{-1/y} + \lambda(x_0 - x) \quad (1)$$

$$\frac{dy}{d\tau} = xe^{-1/y} + \lambda(y_0 - y) + \beta(y_r - y), \quad (2)$$

Стационарный режим:

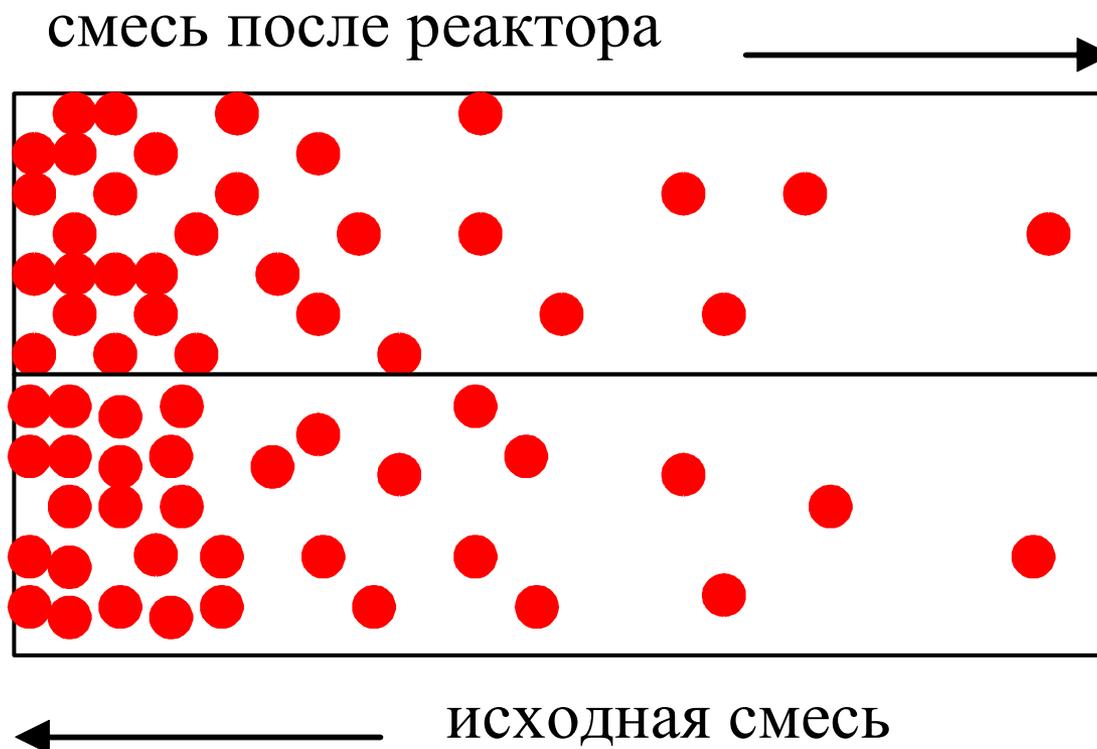
$$dx/d\tau = dy/d\tau = 0$$

Динамические режимы



Организация энергетики процесса

- использование теплоты экзотермических реакций (принцип противотока)



Организация энергетики процесса



Вид энергии	Использование энергии
Электрическая	1) электрохимические процессы (электролиз) 2) электротермические процессы (плавка стали в электропечах) 3) электростатические процессы (пиролиз метана в вольтовой дуге) 4) электромагнитные процессы (разделение и очистка веществ)
Тепловая	1) физические процессы (дистилляция, плавление, сушка) 2) химические процессы (нагревание реагентов)
Световая	Инициирование радикальных процессов (синтез HCl, галогенирование алканов)
Ядерная	Радиационно-химические превращения

Использование сырья



Сырье – это природные материалы, используемые в промышленности для получения различных продуктов и еще не прошедшие промышленной переработки.

Способы рационального использования сырья:

- циркуляция
- создание смежных производств по утилизации побочных продуктов
- использование вторичного сырья – изделий, отслуживших свой срок, или отходов других производств

Создание оптимальных условий

- Смещение равновесия реакции в сторону продукта
- Высокие концентрации реагентов и низкие – продуктов (прямоточные реакторы непрерывного действия, отгонка продукта)
- Варьирование давления
$$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \text{ (70-80 атм)}$$
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3 \text{ (150-600 атм)}$$
- Варьирование температуры
 - Q: крекинг 500-600°C, пиролиз метана 1500°C
 - +Q: полимеризация этилена 60-80°C, полимеризация бутадиена 5°C

Создание оптимальных условий

- **Увеличение скорости реакции**

- > концентрации реагентов

- > температура



- Катализатор - 90% процессов

- > площадь поверхности соприкосновения (в гетерогенных реакциях или при гетерогенном катализе)



Примеры задач

A29

Верны ли следующие суждения о промышленных способах получения металлов?

А. В основе пирометаллургии лежит процесс восстановления металлов из руд при высоких температурах.

Б. В промышленности в качестве восстановителей используют оксид углерода (II) и кокс.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

2010 демо

A29

Для получения аммиака в промышленности используют

- 1) хлорид аммония
- 2) нитрат аммония
- 3) атмосферный азот
- 4) азотную кислоту

2009

Примеры задач

Какой процесс в производстве серной кислоты осуществляется в контактном аппарате?

- 1) обжиг колчедана
- 2) поглощение SO_3 концентрированной H_2SO_4
- 3) окисление SO_2 до SO_3
- 4) разбавление олеума

2006

A29 Основным промышленным способом получения серной кислоты является

- 1) окисление оксида серы(IV) кислородом до оксида серы(VI)
- 2) каталитическое окисление оксида серы(IV) кислородом воздуха до оксида серы(VI) с последующим поглощением его серной кислотой
- 3) окисление оксида серы(IV) кислородом до оксида серы(VI) с последующим растворением его в воде
- 4) обжиг пирита с последующим окислением выделяющегося сернистого газа и растворением продуктов окисления в воде

2011

Примеры задач



A29

Катализатор используется в промышленности для

- 1) окисления аммиака в производстве азотной кислоты
- 2) обжига пирита в производстве серной кислоты
- 3) производства чугуна в доменном процессе
- 4) перегонки нефти

2010 проб

A29

Сталь производят непосредственно из

- 1) оксида железа (II)
- 2) оксида железа (III)
- 3) сульфида железа
- 4) чугуна

A29

Аммиак в промышленности получают

- 1) восстановлением оксида азота(II)
- 2) восстановлением азотной кислоты
- 3) взаимодействием азота и водорода
- 4) взаимодействием щелочи и солей аммония

2011