

Метангидратное ружьё

Задача 3



Команда: Когнитивная
машина



Условия задачи

- На дне океана находится значительное количество метана в виде гидратов. Если температура на планете продолжит повышаться, то этот метан будет высвобождаться из гидратов и выходить в виде газа в атмосферу.
- Существует теория, что это приведет к постоянному ускорению глобального потепления, так как метан сам по себе является парниковым газом.
- Предположив, что эта теория верна, предложите способ безопасно разрядить это “метангидратное ружье”.

Цели

Что такое метангидратное ружье и метангидраты?

- Что такое метан гидраты
- Устойчивость метангидратов
- Объем метангидратов
- Добыча метангидратов

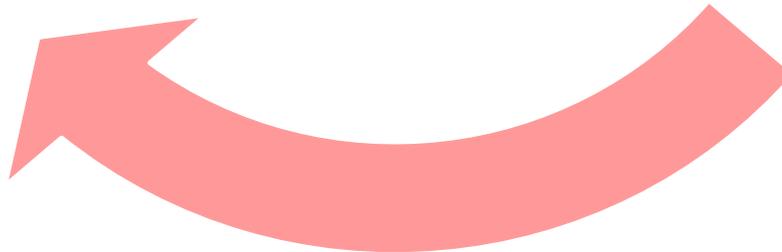
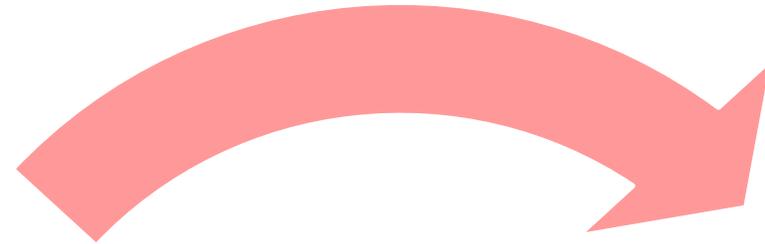
Что делать с метаном?

- Химические свойства метана
- Превращение метана в более сложные вещества
- Свойства продукта
- Технология

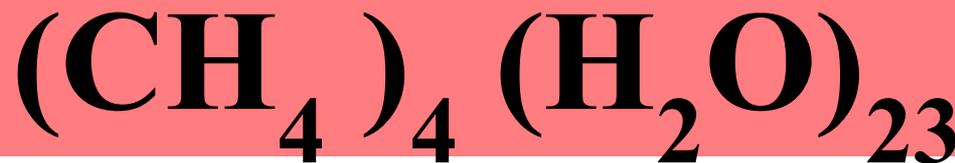
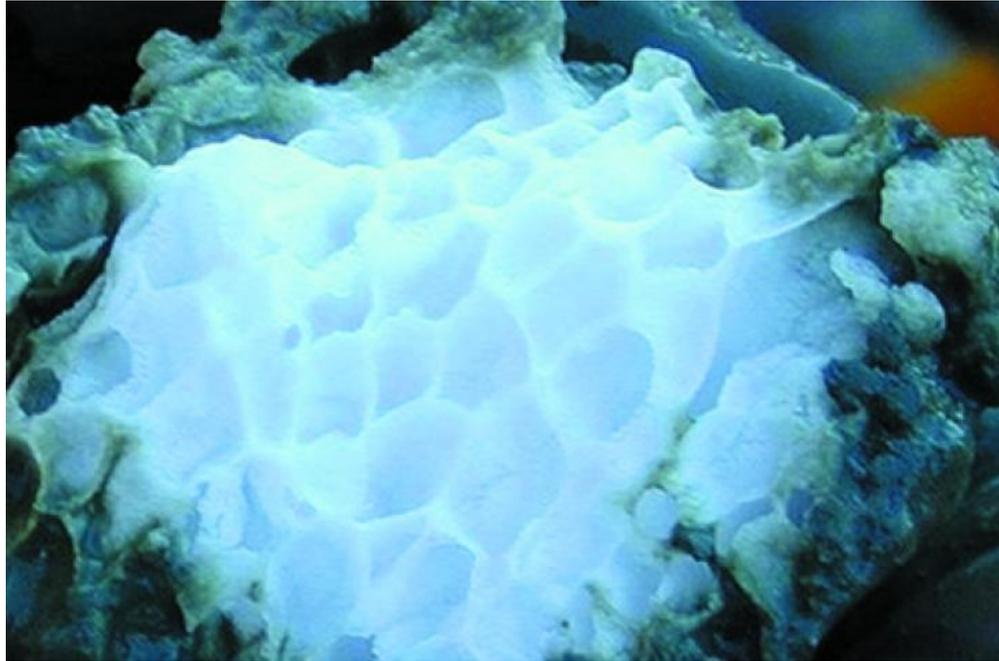
Метангидратное ружье

Ускорение
выделения
метана

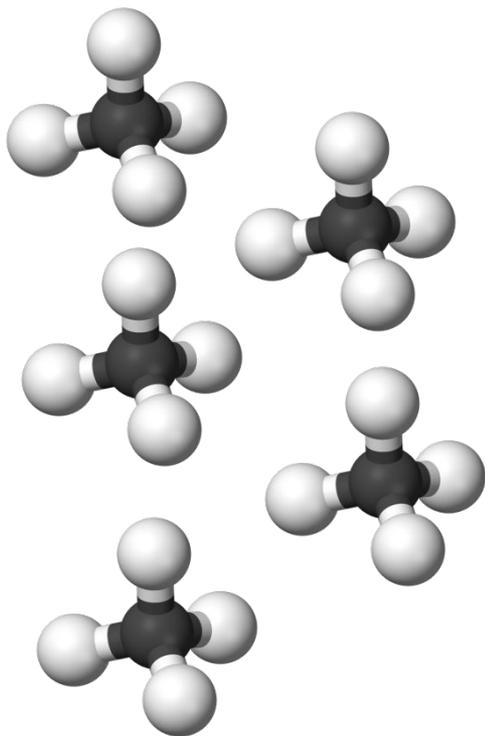
Повышение
температуры



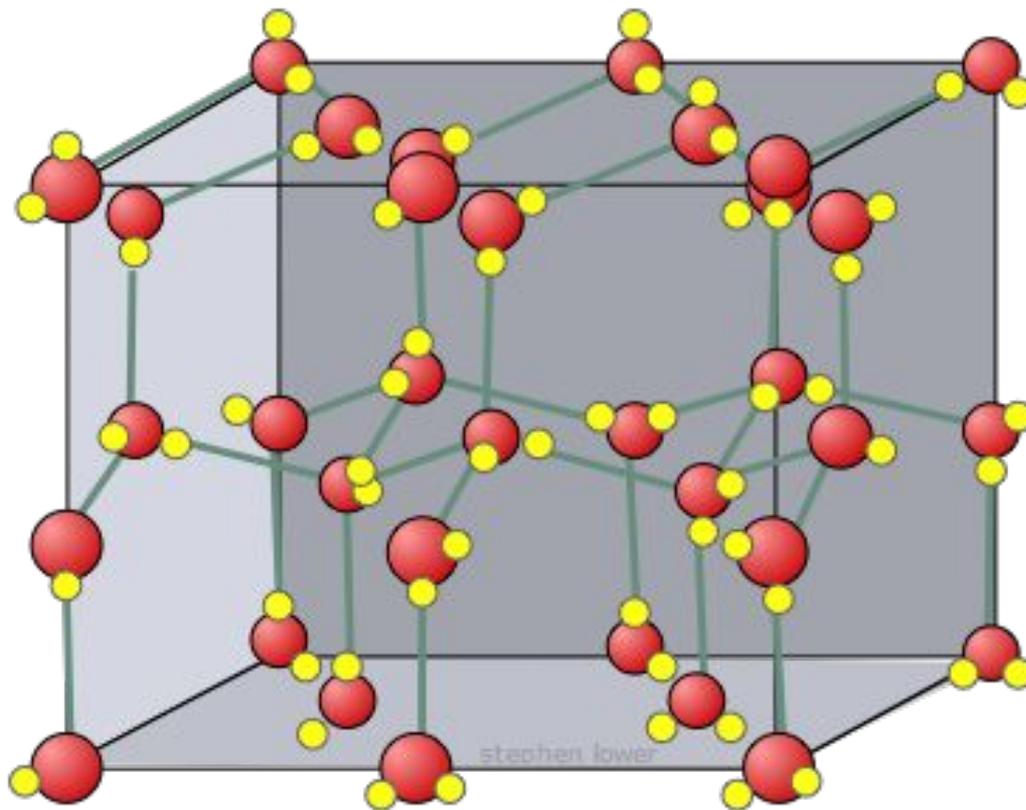
Что такое метангидрат?



Что такое метан гидрат?



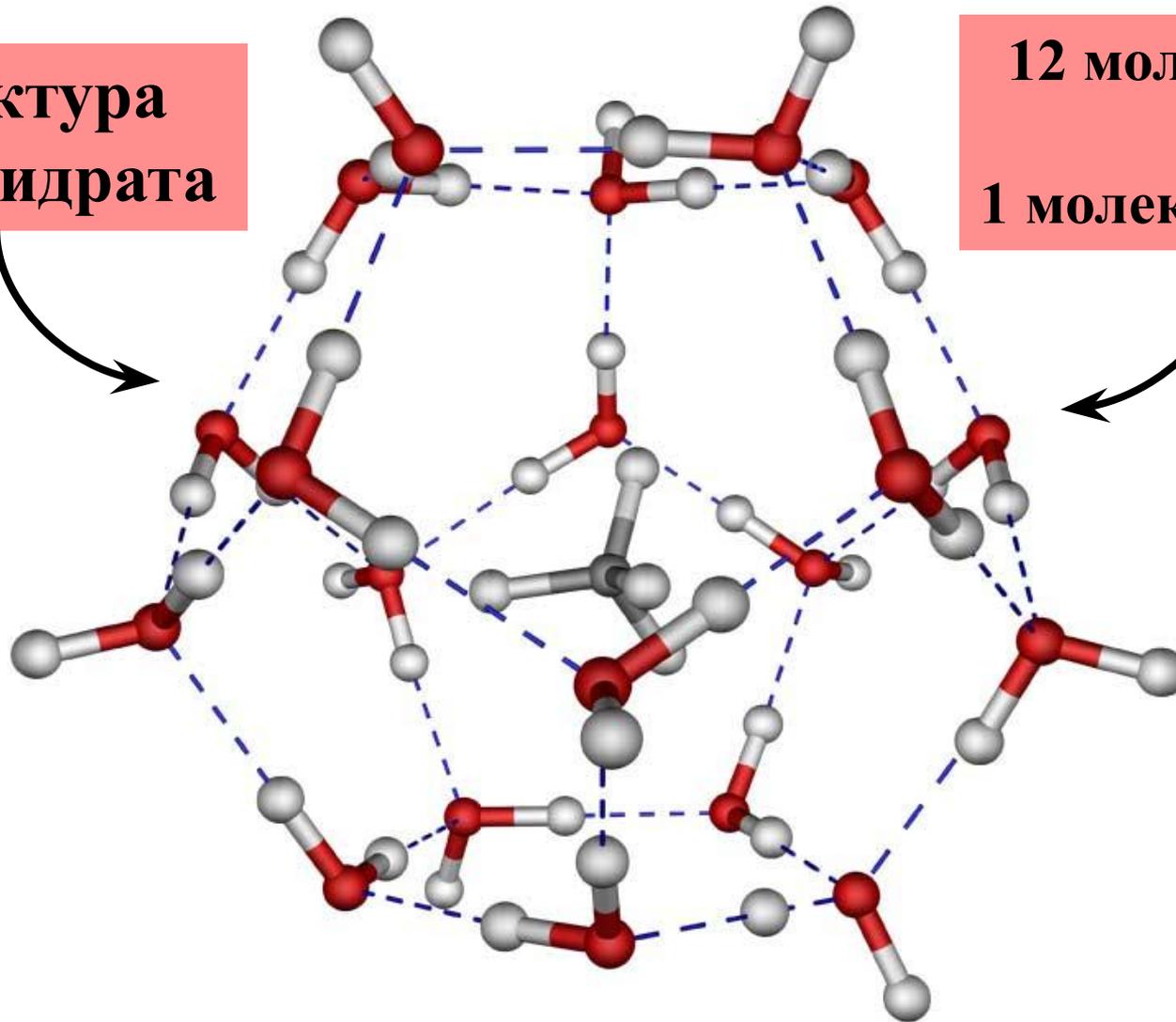
Метан



Вода

Что такое метангидрат?

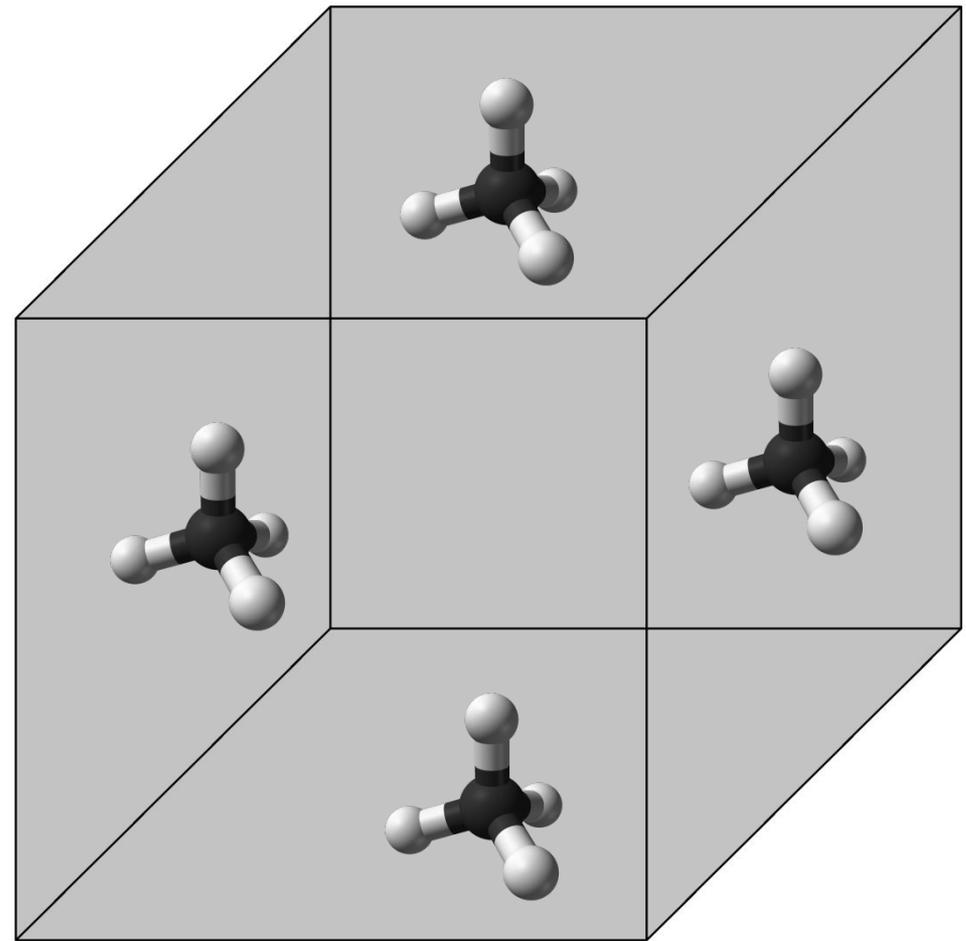
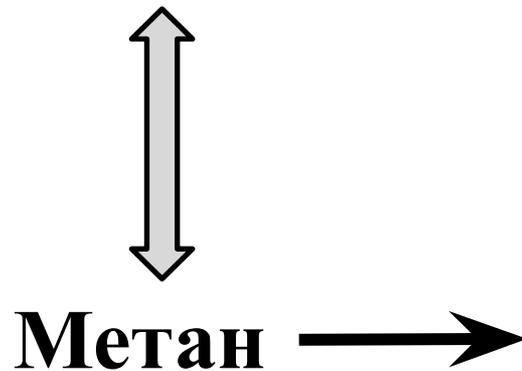
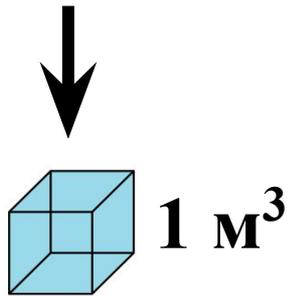
Структура
метангидрата



12 молекул воды
-
1 молекула метана

Что такое метангидрат?

Метангидрат

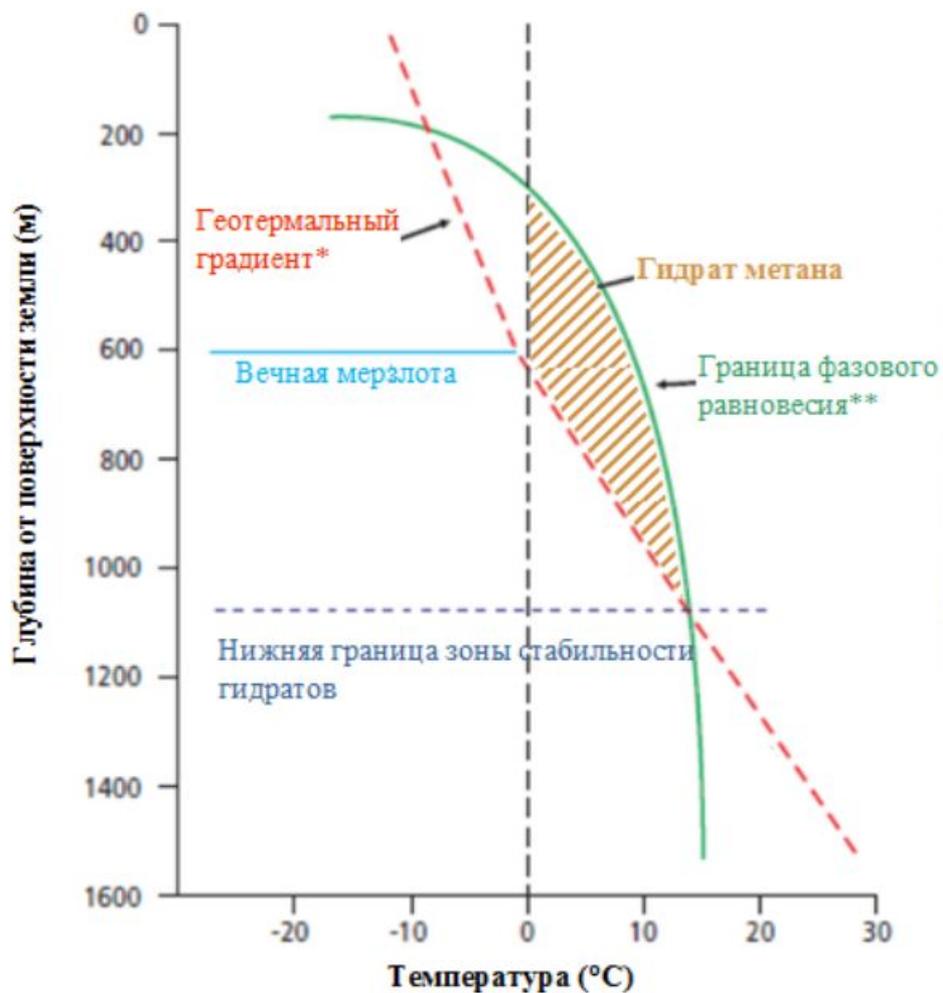


164 м³

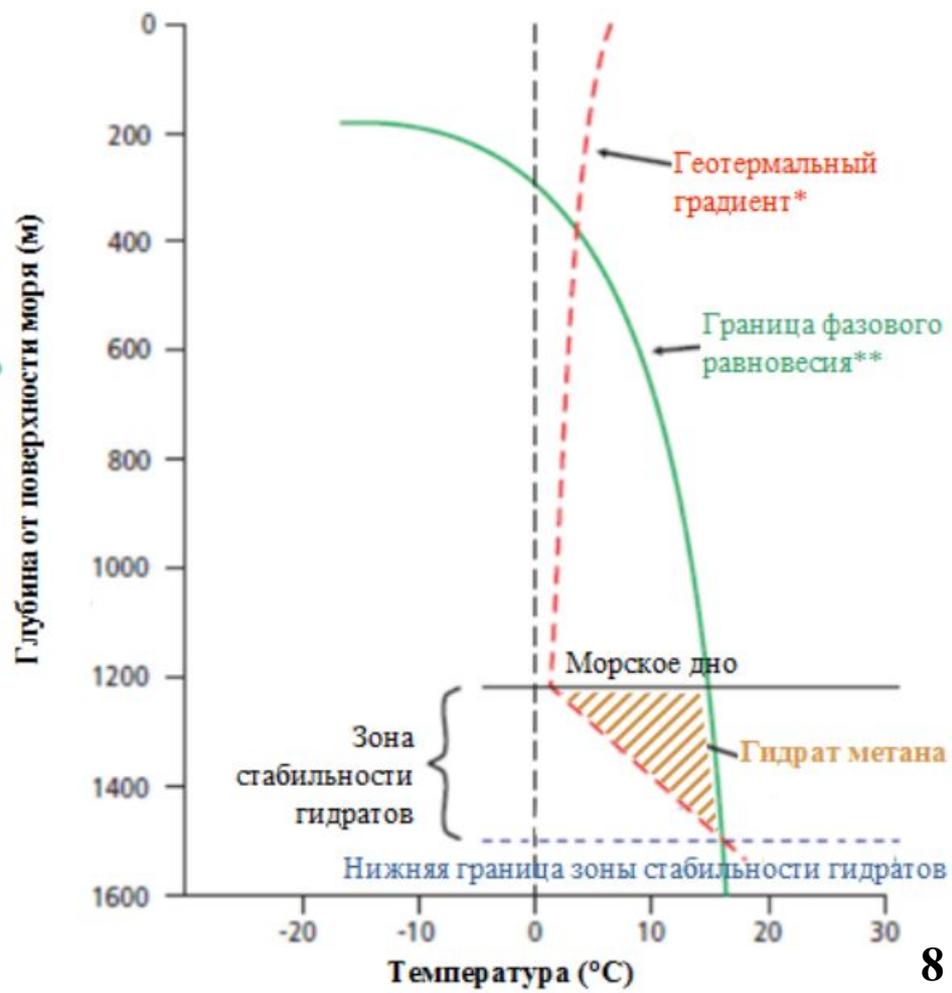
Классификация метангидратов

Условия стабильности газогидратов

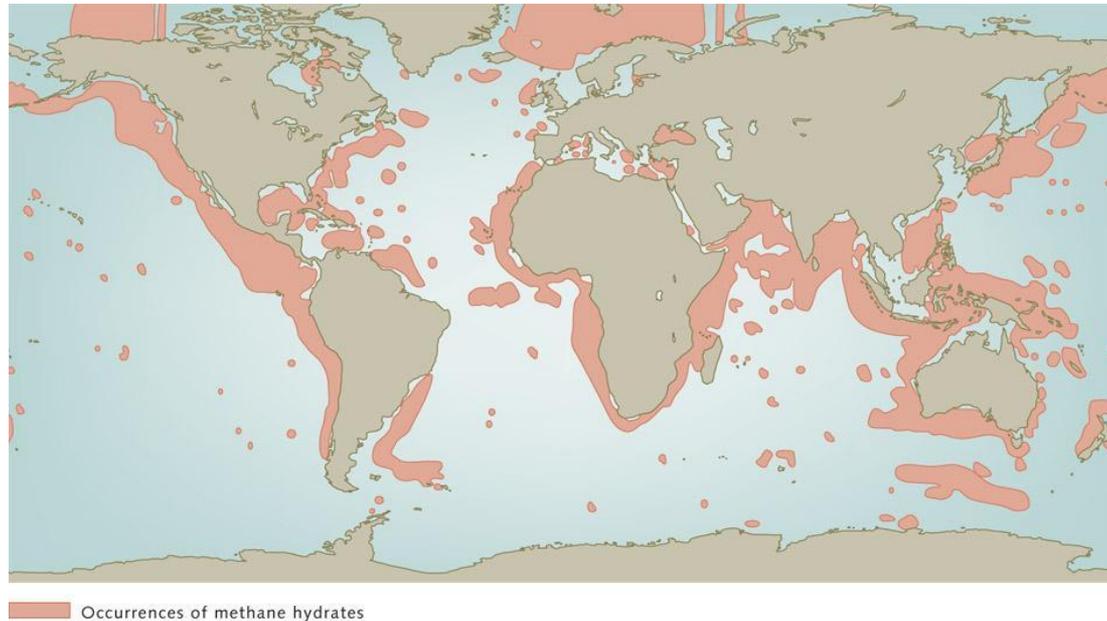
(1) Зона вечной мерзлоты



(2) Глубоководье



Объем метангидратов

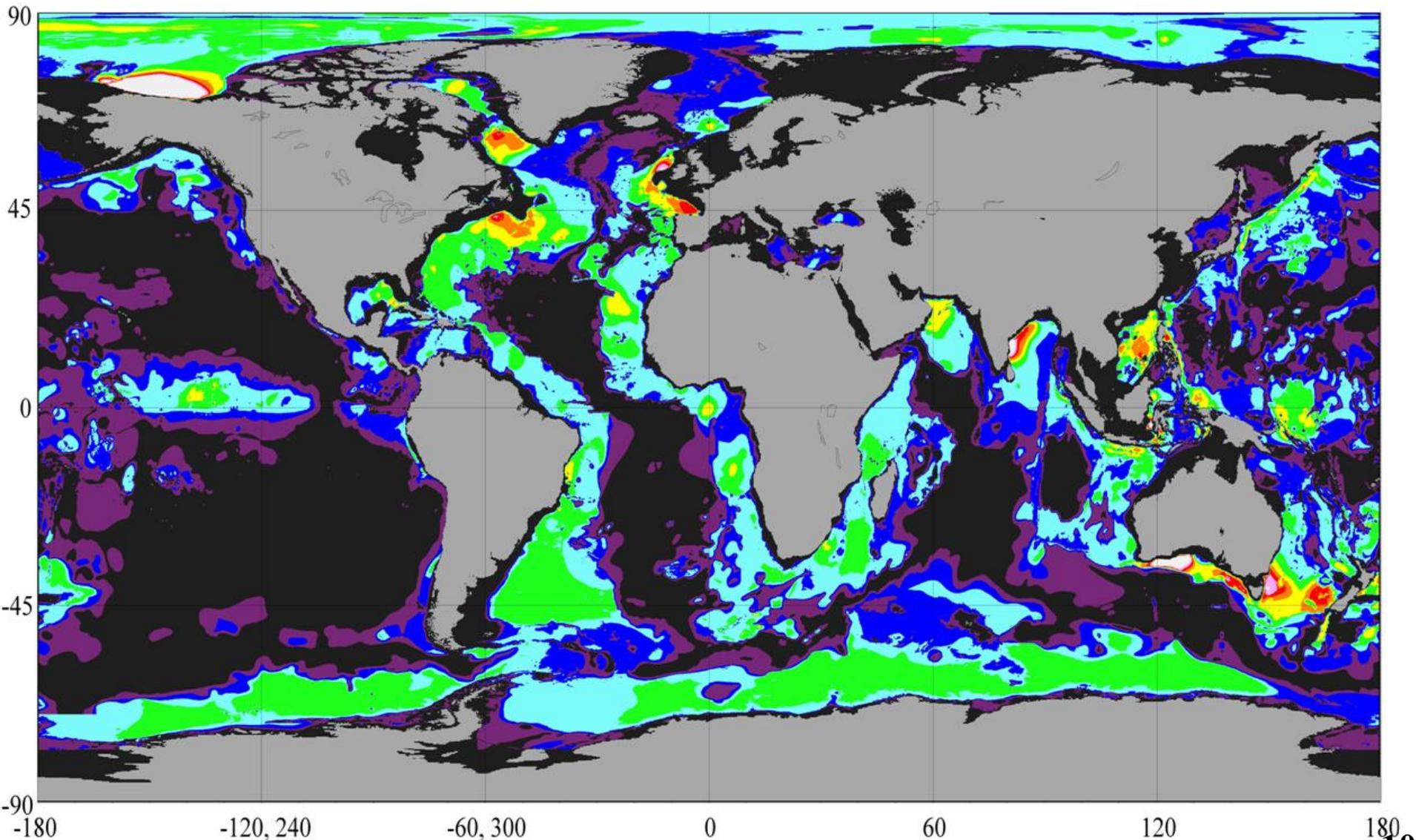


Общее количество метана

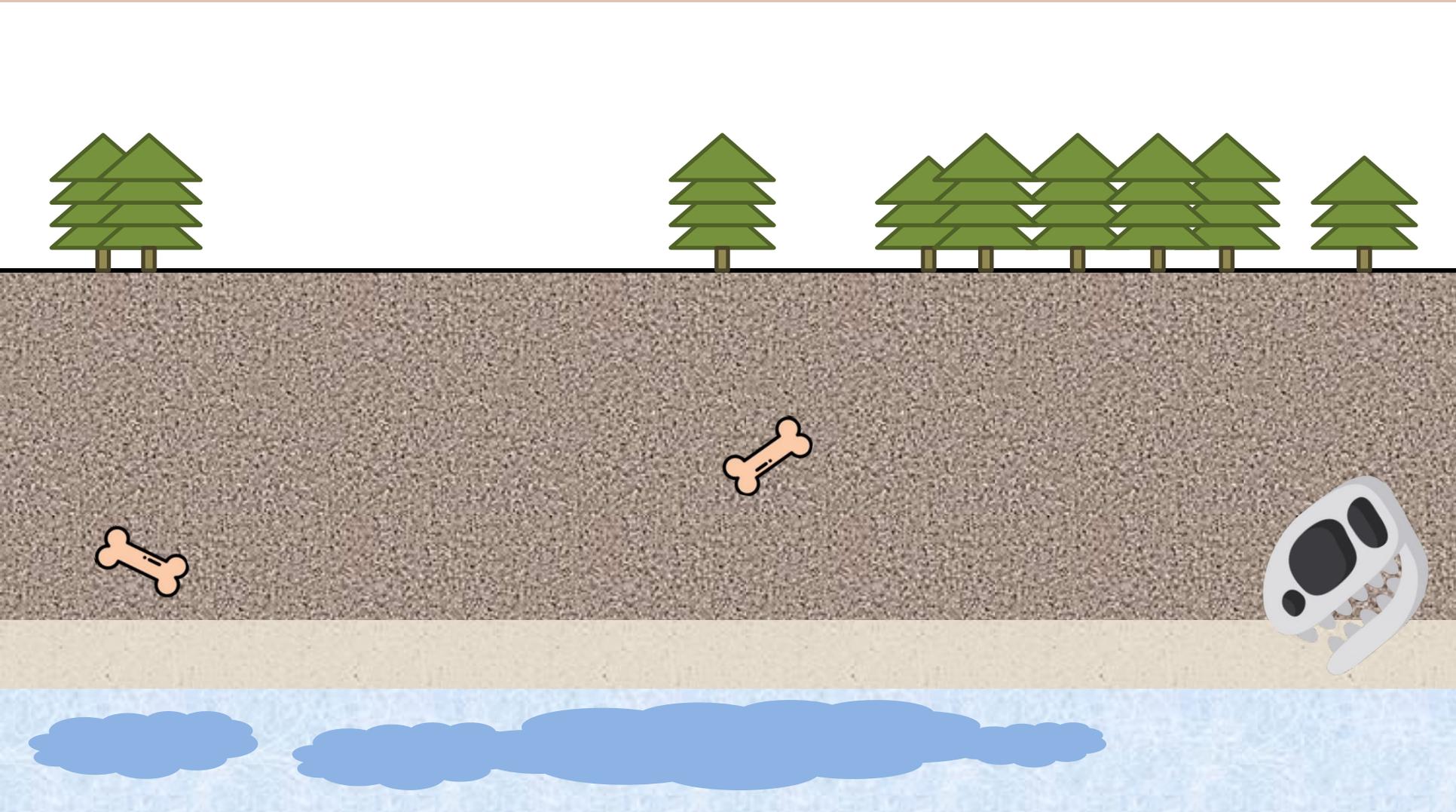
720 триллионов кубических метров

$472.32 \cdot 10^{12}$ кг

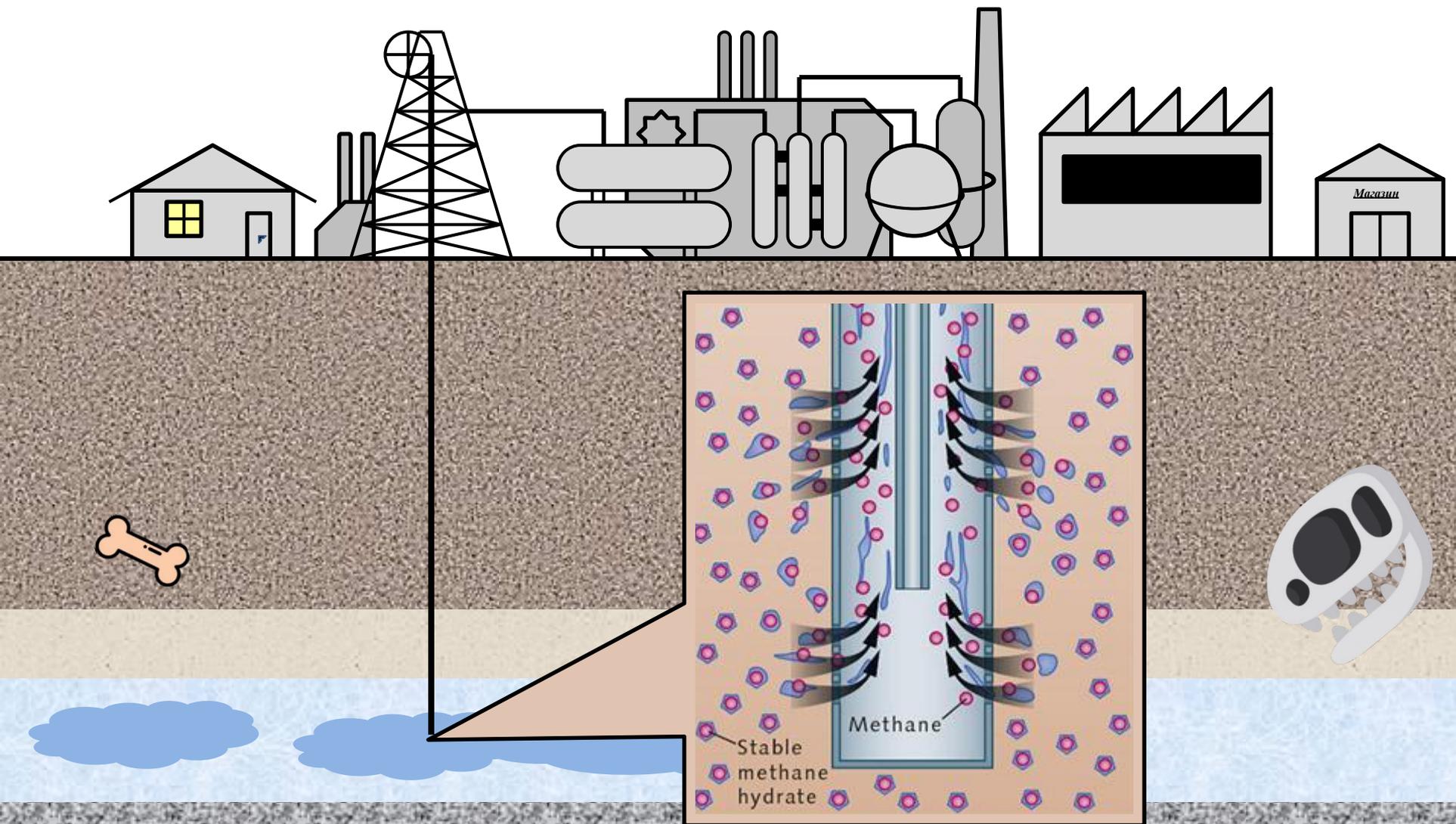
Объем добываемых метангидратов



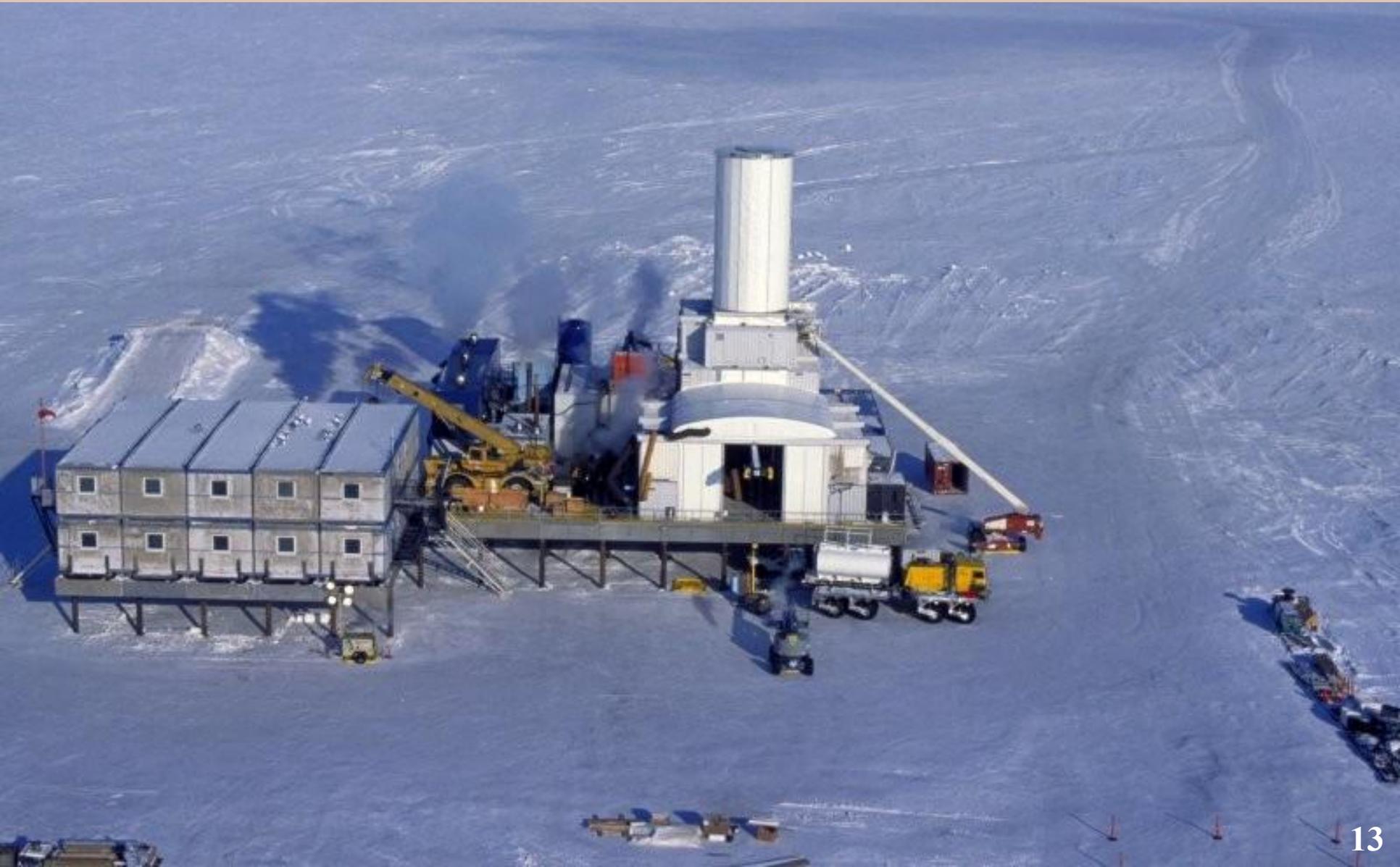
Добыча метана из подземных метангидратов



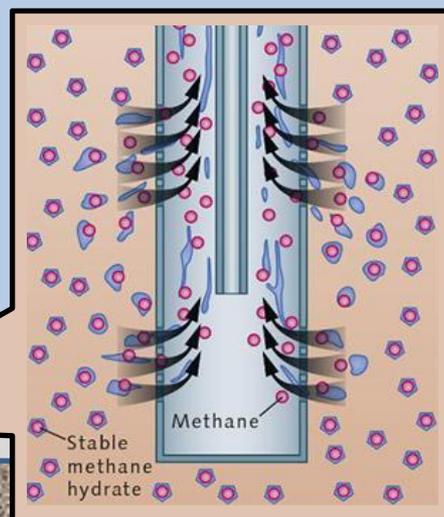
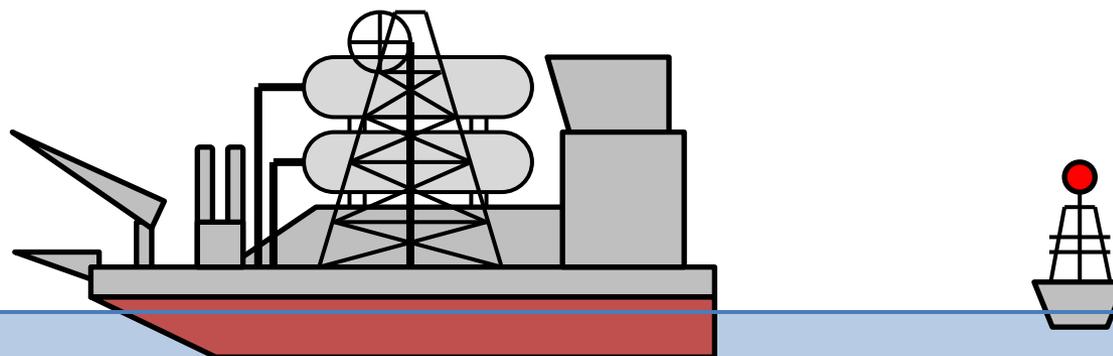
Добыча метана из метангидратов



Добыча метана из метангидратов



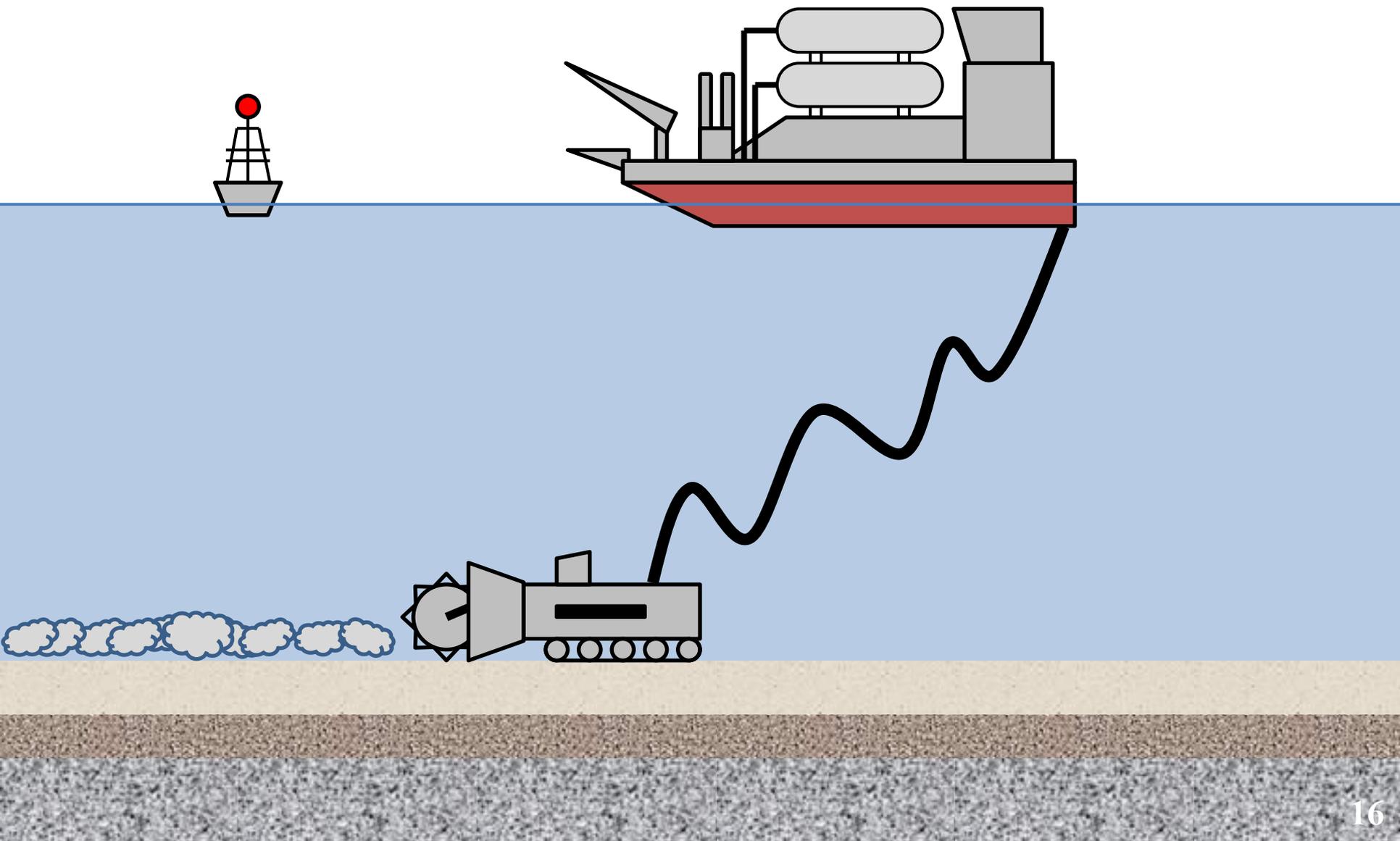
Добыча метана из метангидратов под океанским дном



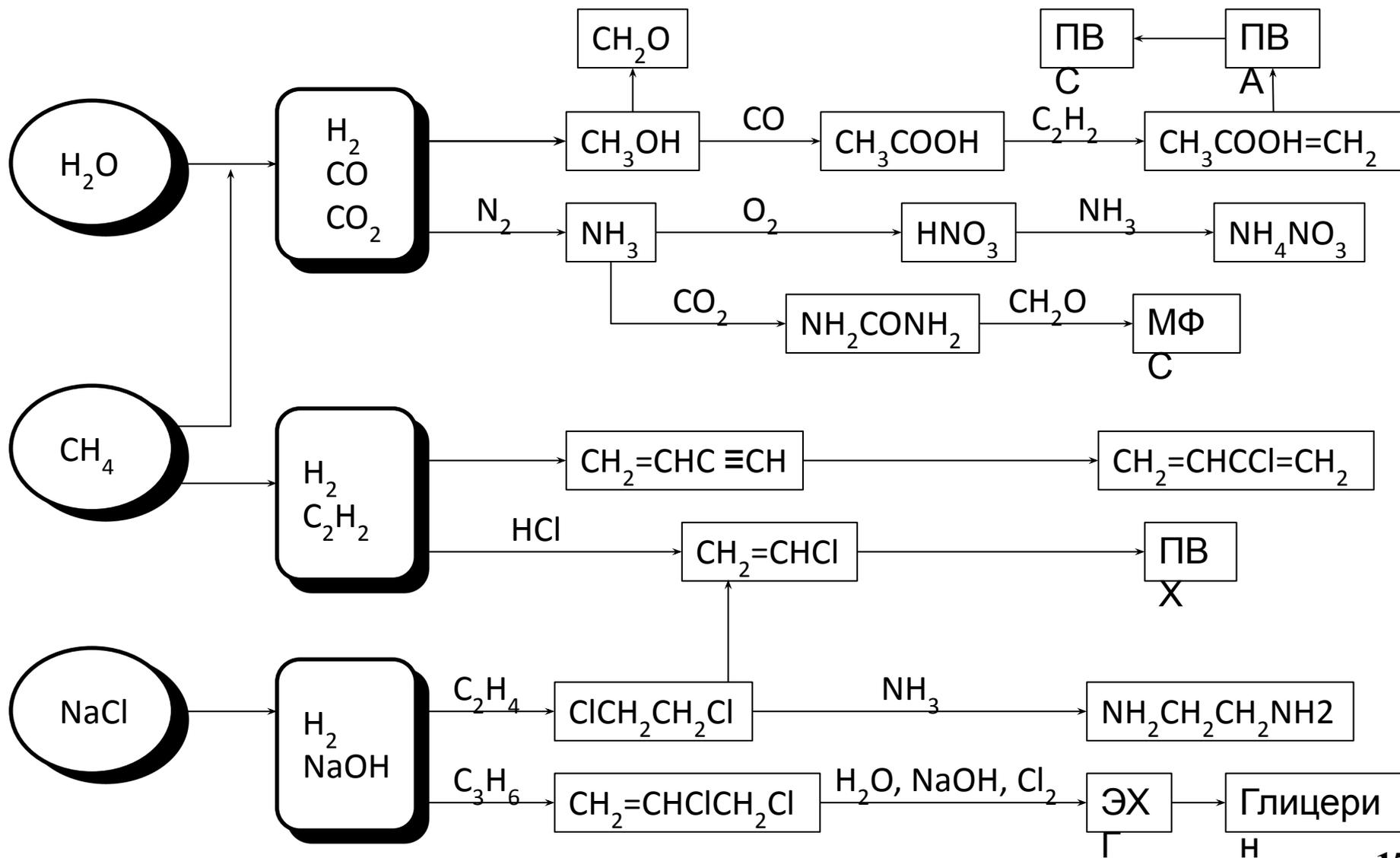
Добыча метана из метангидратов под океанским дном



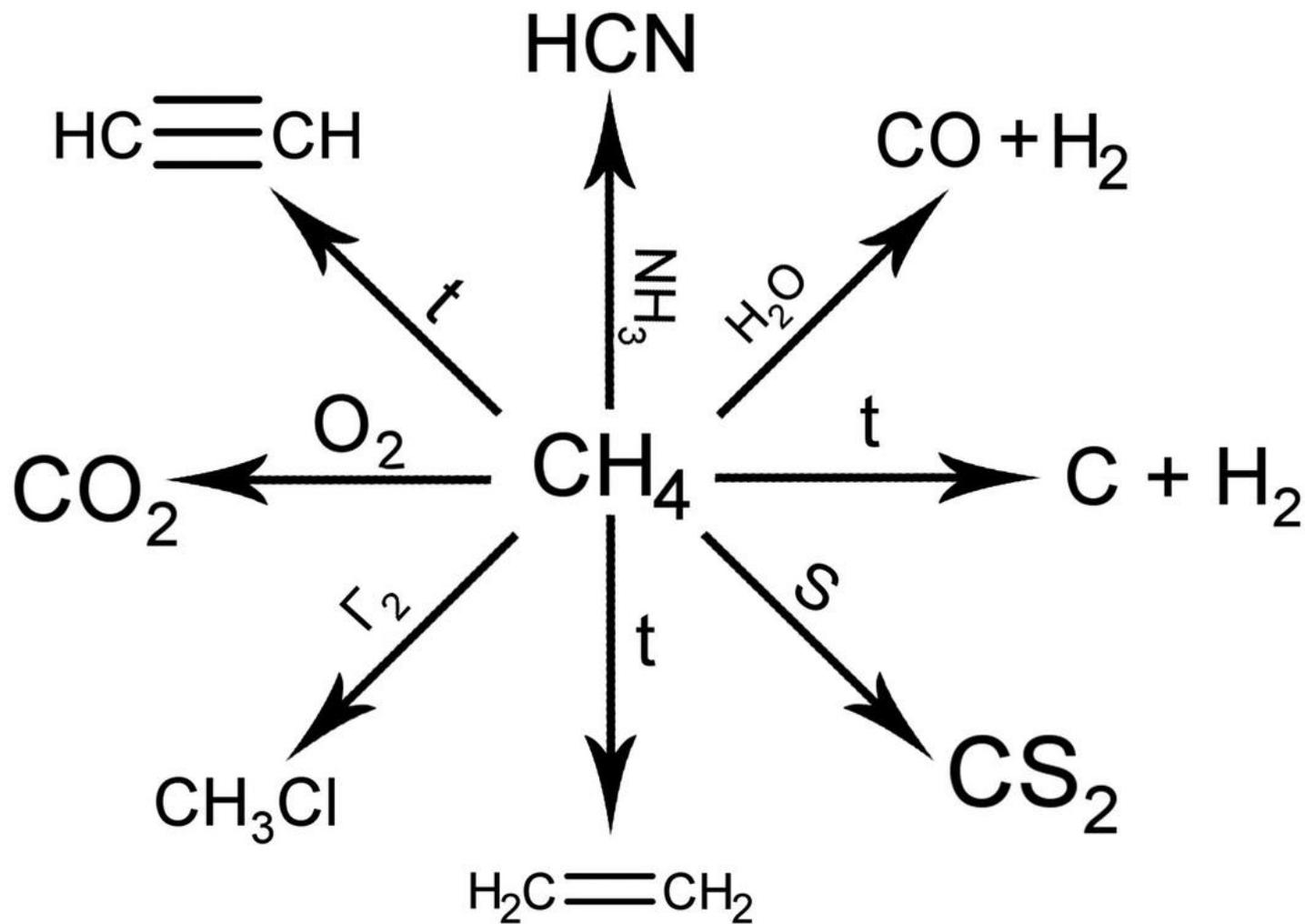
Добыча метана из метангидратов на морском дне



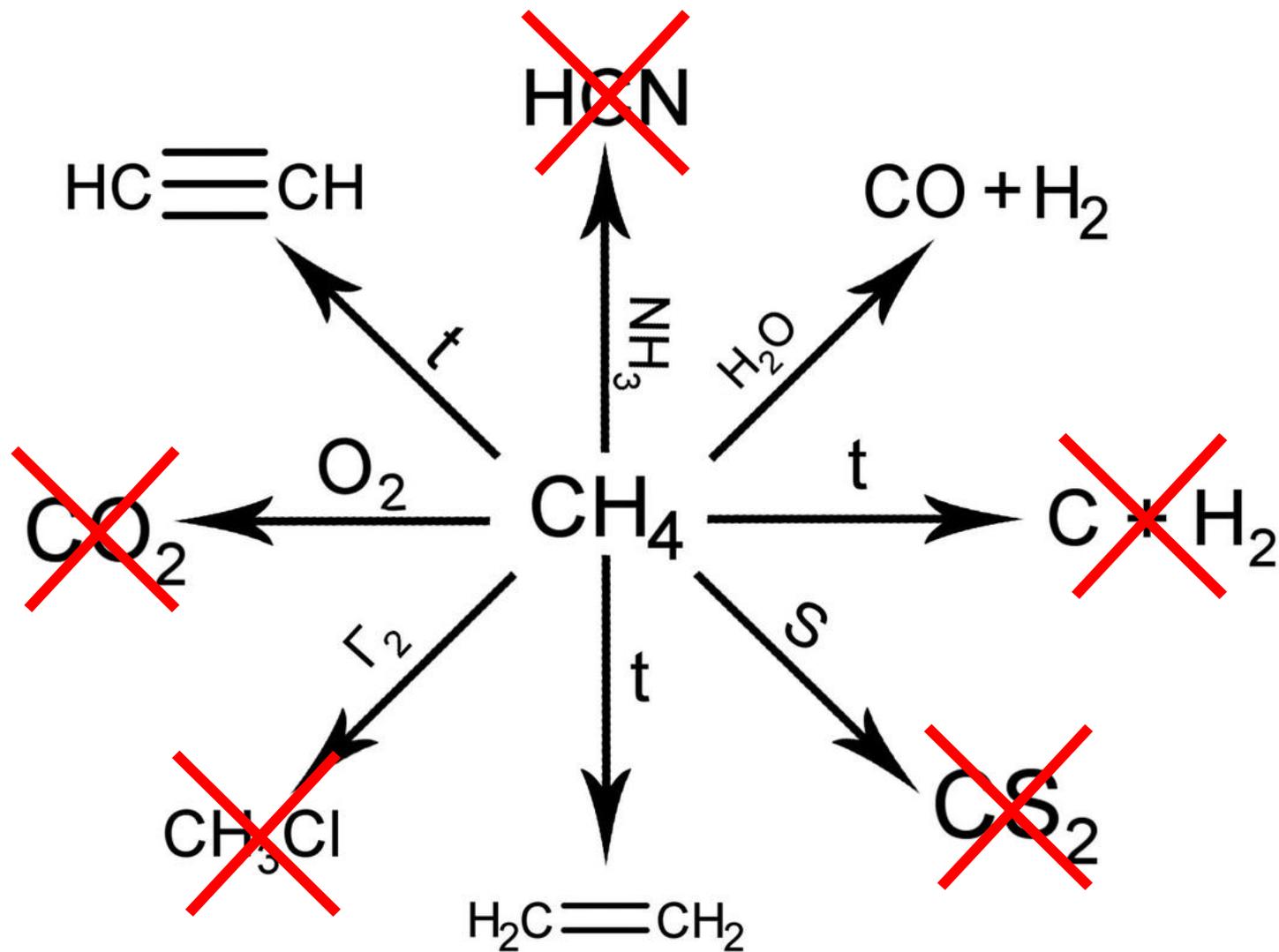
Реакционная способность метана



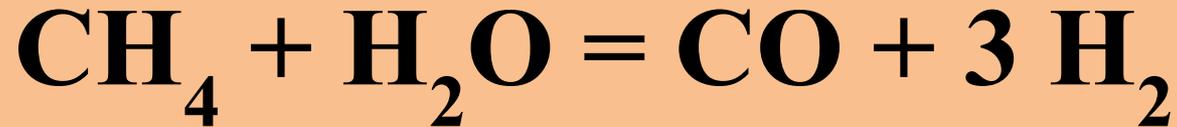
Реакционная способность метана



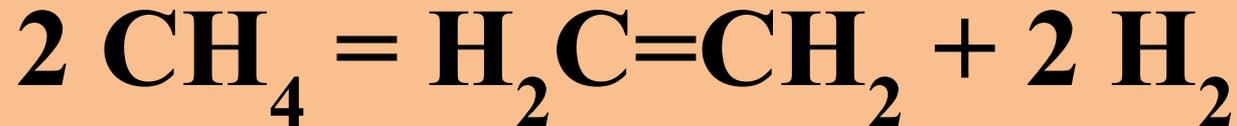
Реакционная способность метана



Конверсия метана



$$\bullet 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 1,44 \cdot 10^{15} \text{ м}^3 \quad 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 1,44 \cdot 10^{15} \text{ м}^3$$

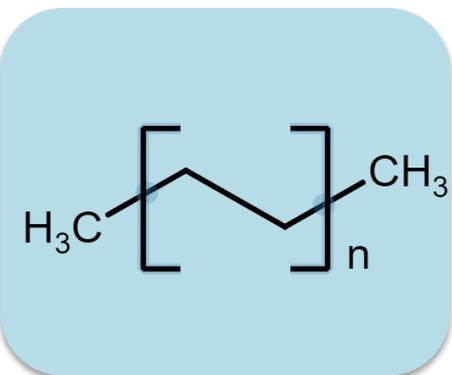


$$\bullet 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 360 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$$

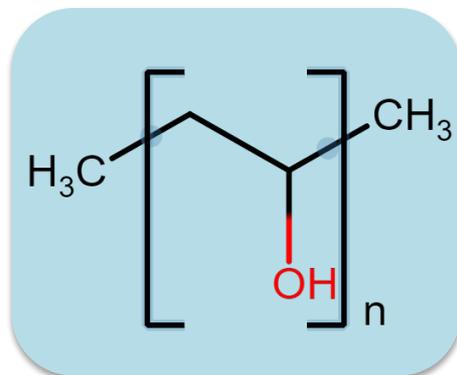


$$\bullet 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 360 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 1080 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$$

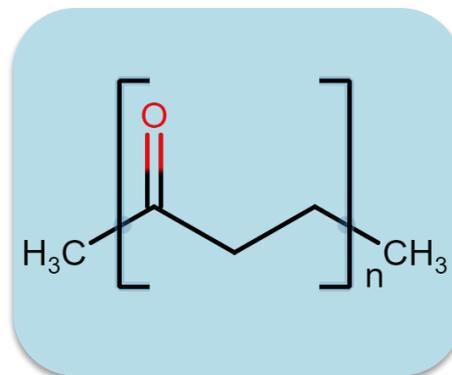
Полимеры полученные из метана



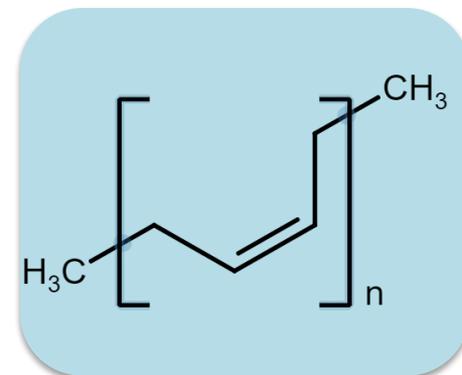
Полиэтилен



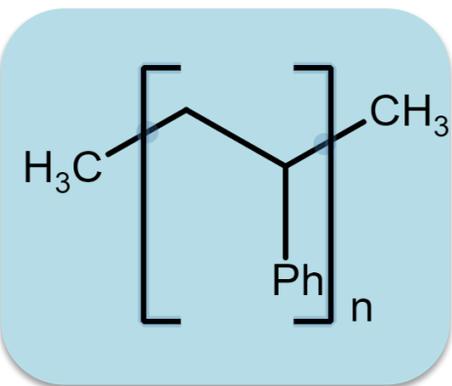
ПВС



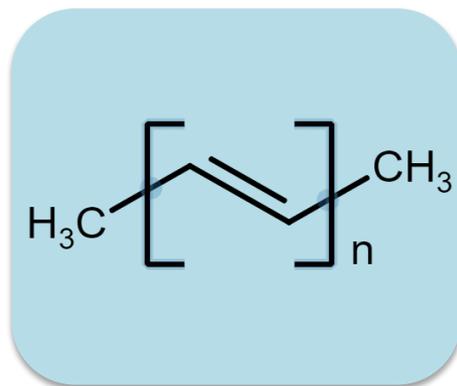
Поликетон



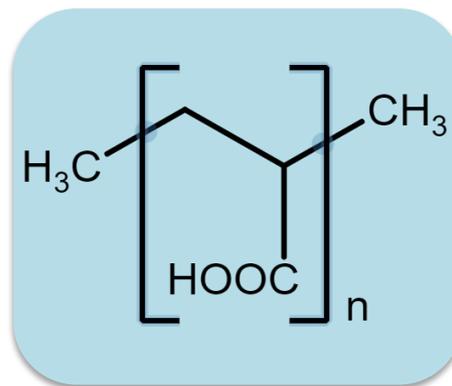
**Ситетический
каучук**



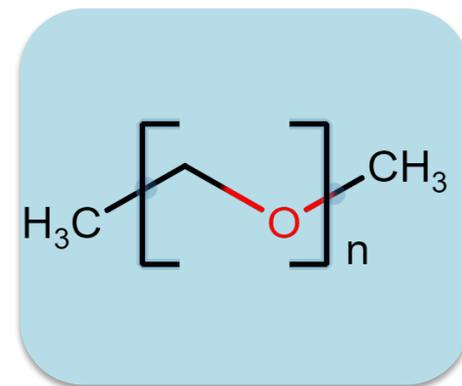
Полистирол



Полиацетилен



**Полиакриловая
кислота**



Полиформальдегид

Конверсия метана в полиформальдегид

Метан



Метанол

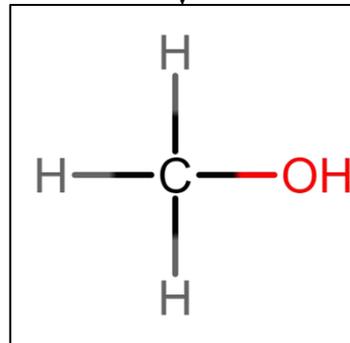
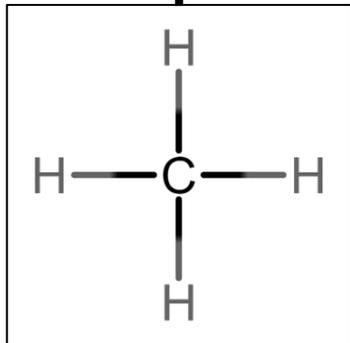


Формальдегид

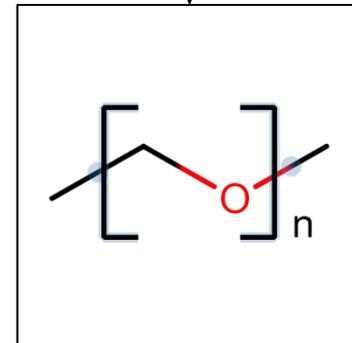
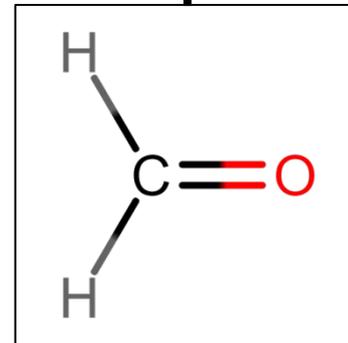


Полиформальдегид

+ H₂O, катализатор
(через синтез газ)



Катализатор

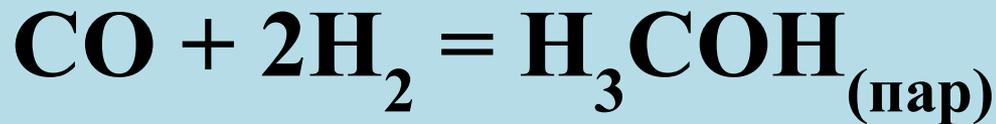


+ O₂

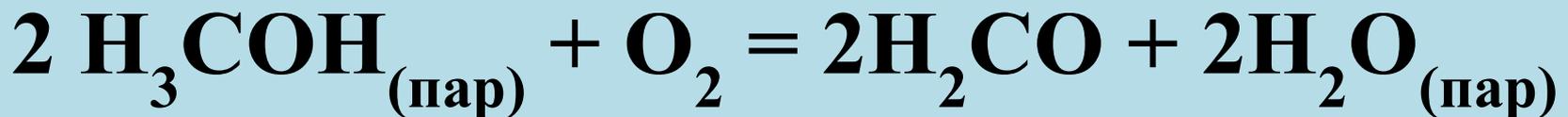
Характеристики конверсии



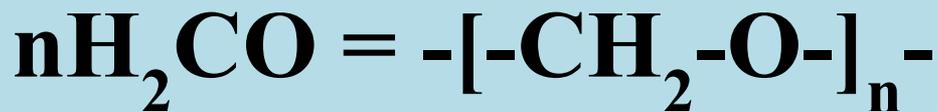
$$\bullet 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 2160 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$$



$$\bullet 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 1440 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$$

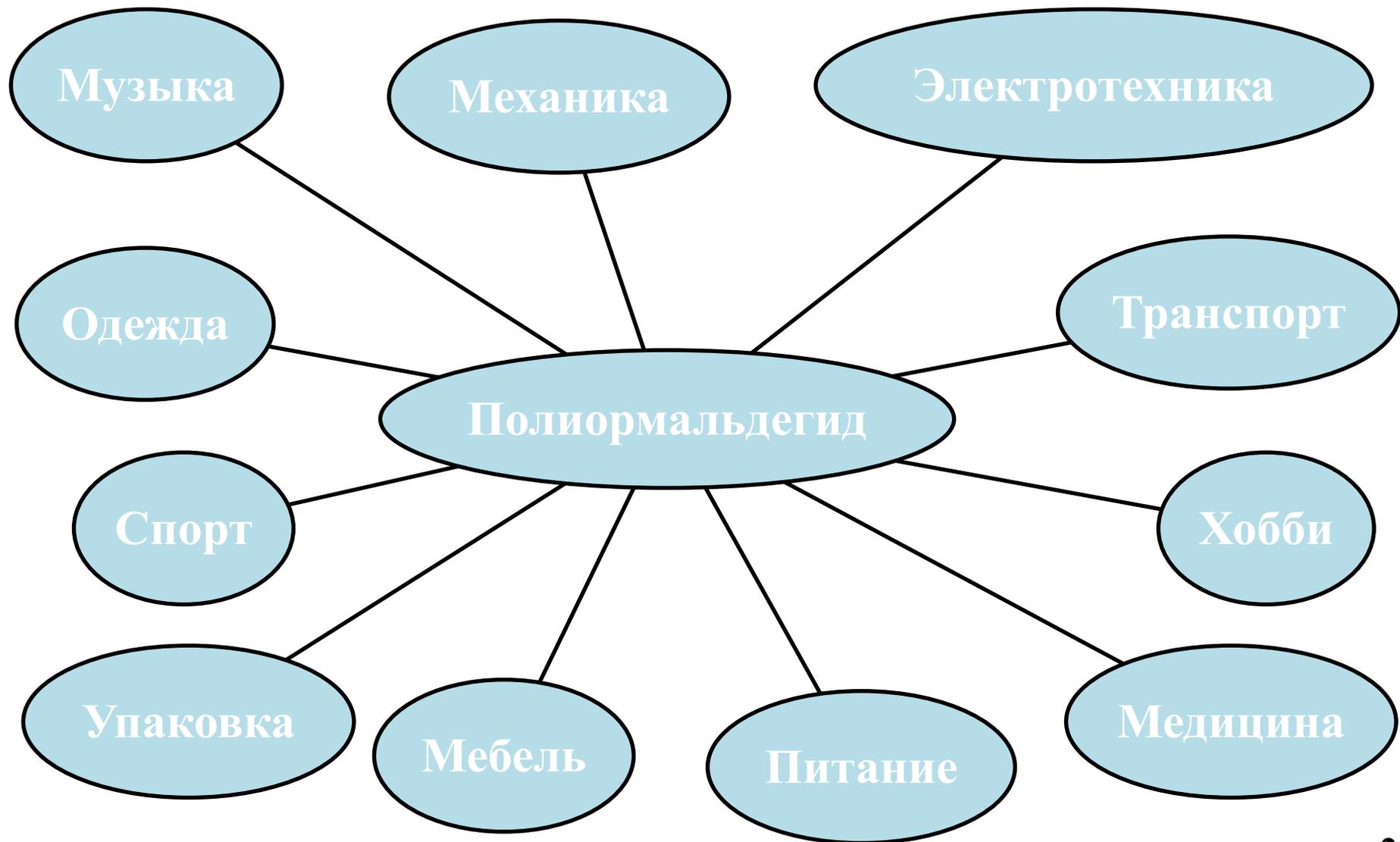


$$\bullet 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 360 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$$



$$\bullet 720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \quad 586.8 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$$

Применение полиформальдегида



Производство полиформальдегида

Отчистка метана



Окисление метана до метанола



Получение формальдегида

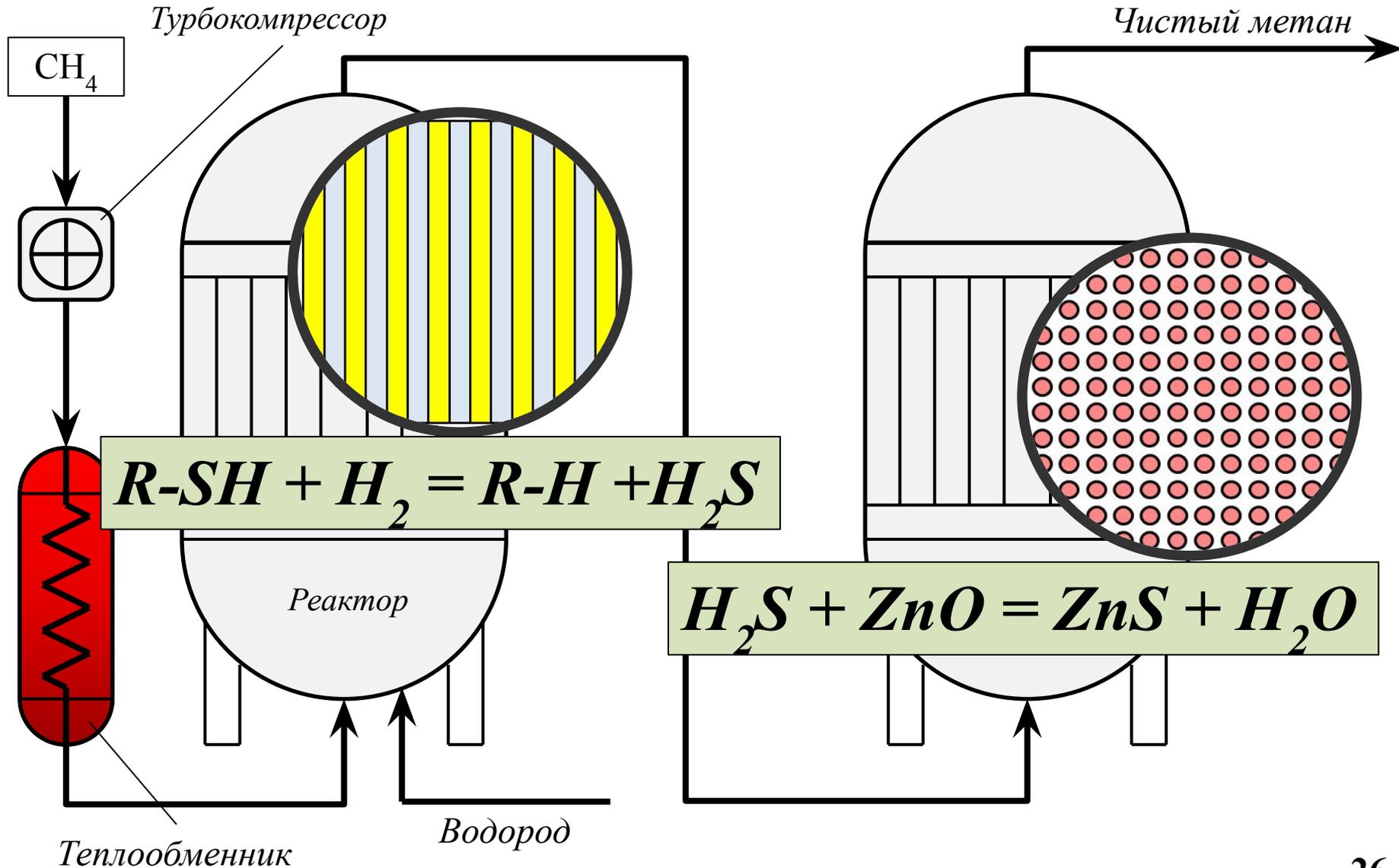


Получение полиформальдегида

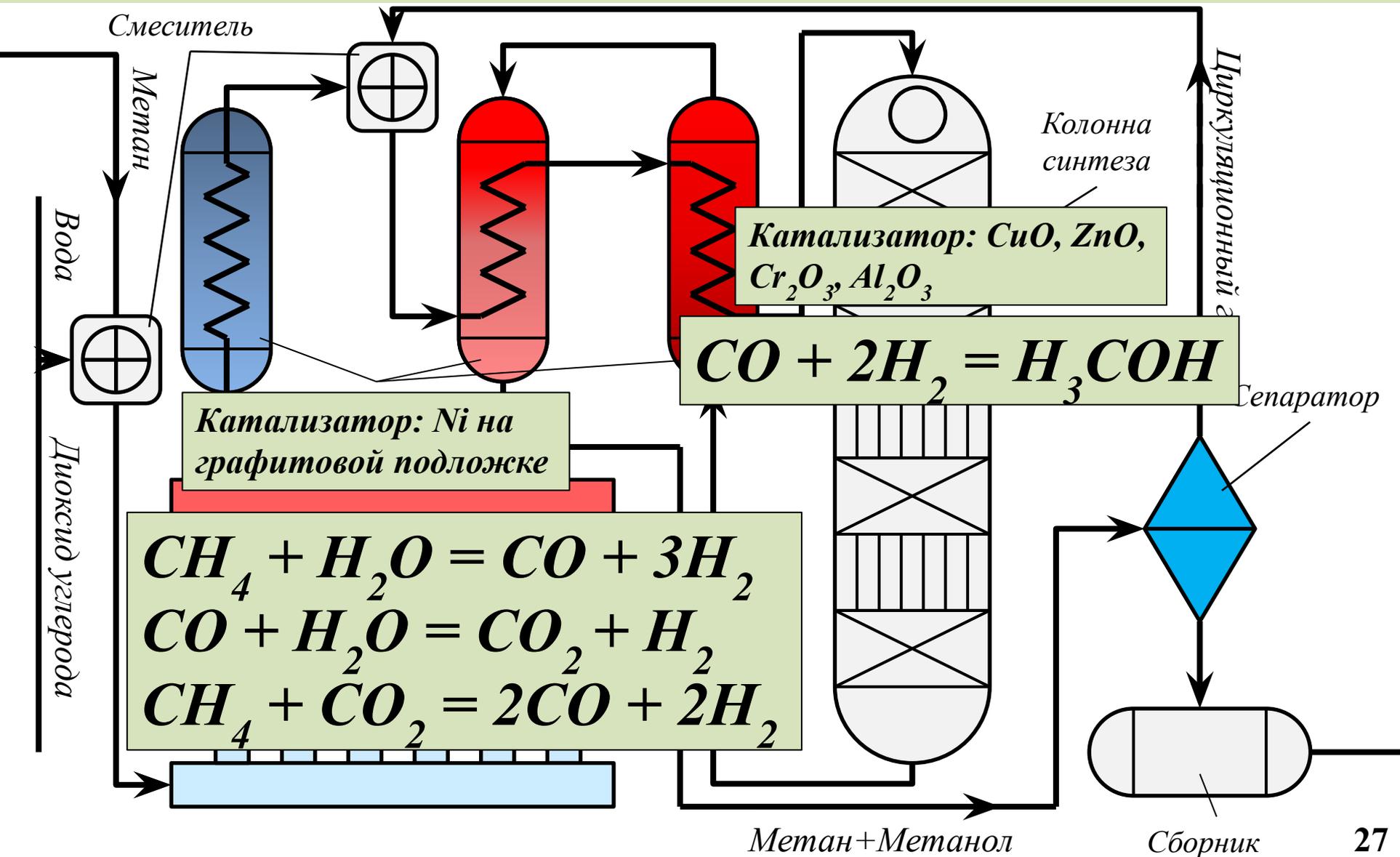


Обработка полиформальдегида

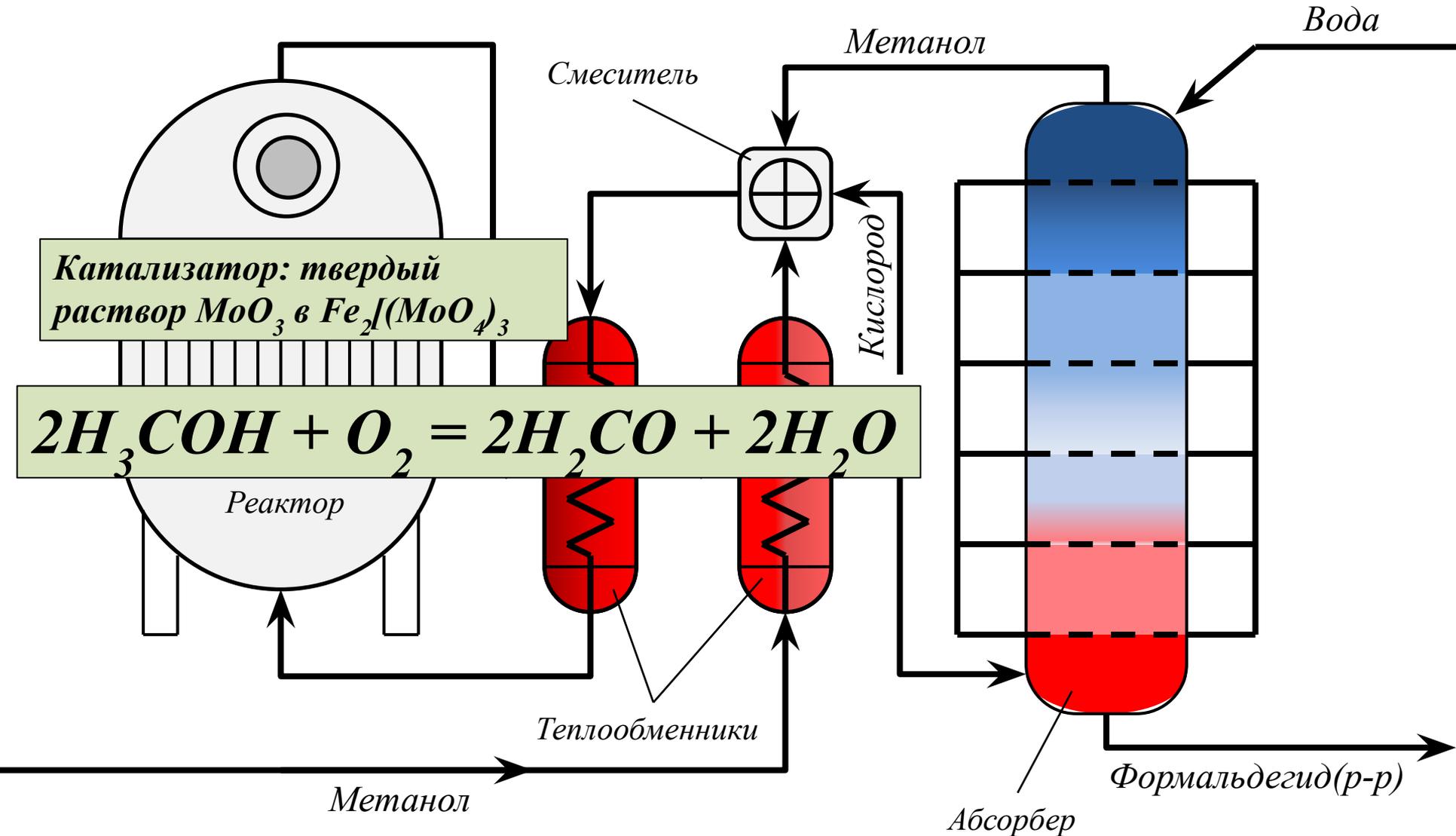
Очистка метана



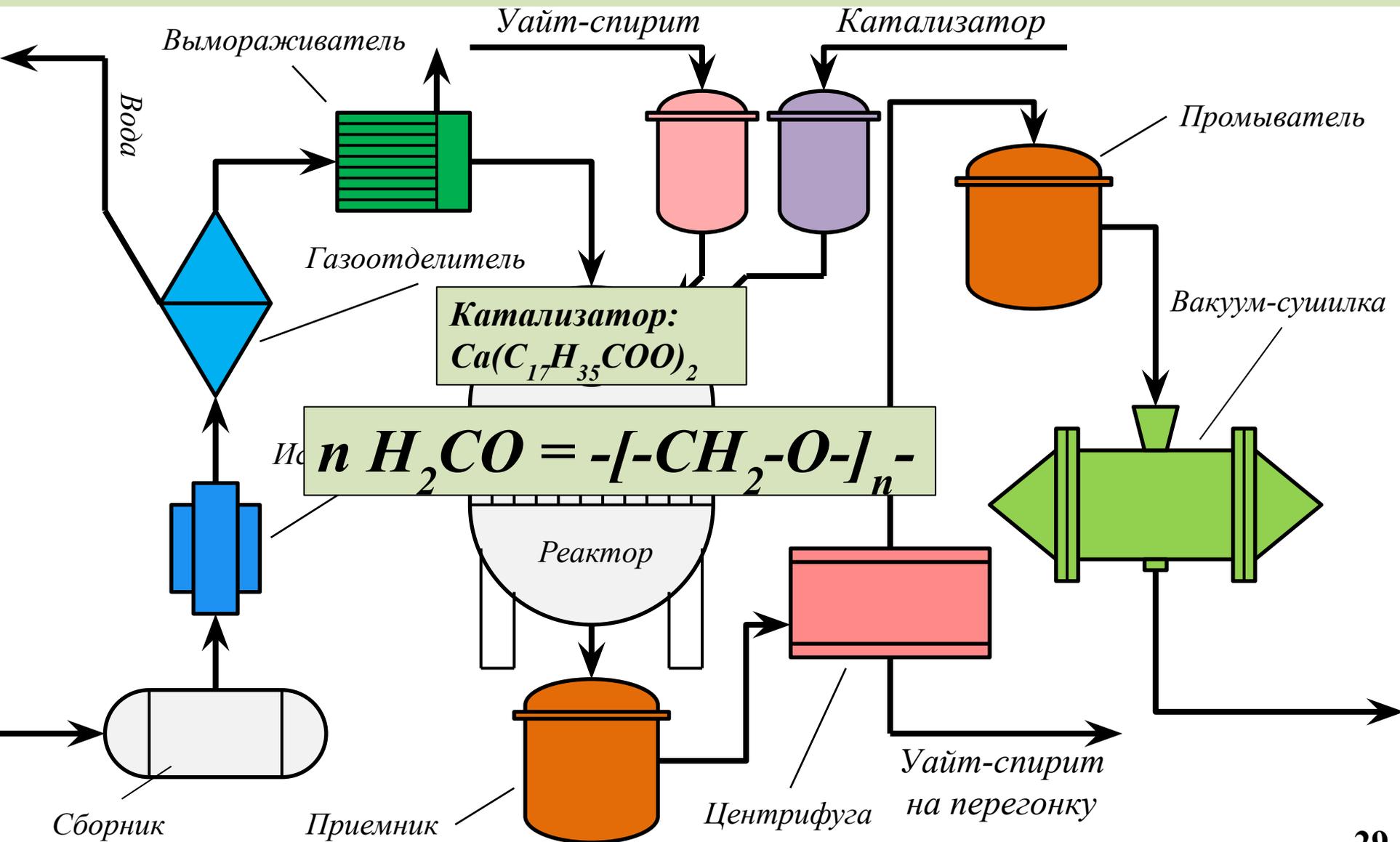
Производство метанола



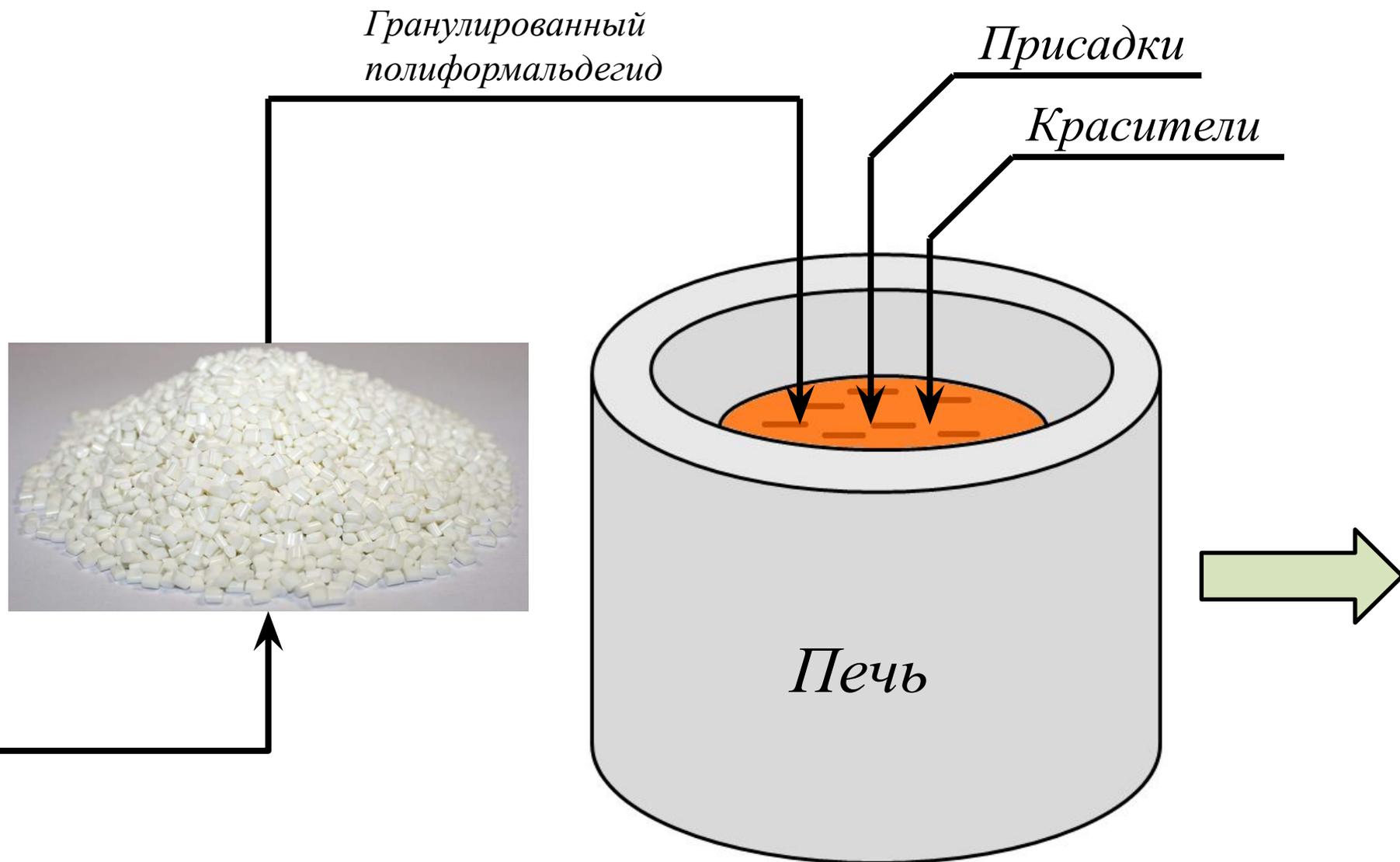
Производство формальдегида



Производство полиформальдегида



Обработка полиформальдегида



Применение полиформальдегида



Плюсы

- Высокий выход
- Экономичность
- Продукты переработки очень востребованы
- Безопасность

Минусы

- Требуется добыча газа
- Дорогой завод

Заключение

Предложили безопасные способы добычи метана из метангидратов

- Разобрали возможные варианты
- Выявили перспективные способы
- Разобрали способ переработки метана в полиформальдегид

Предложили технологию процесса

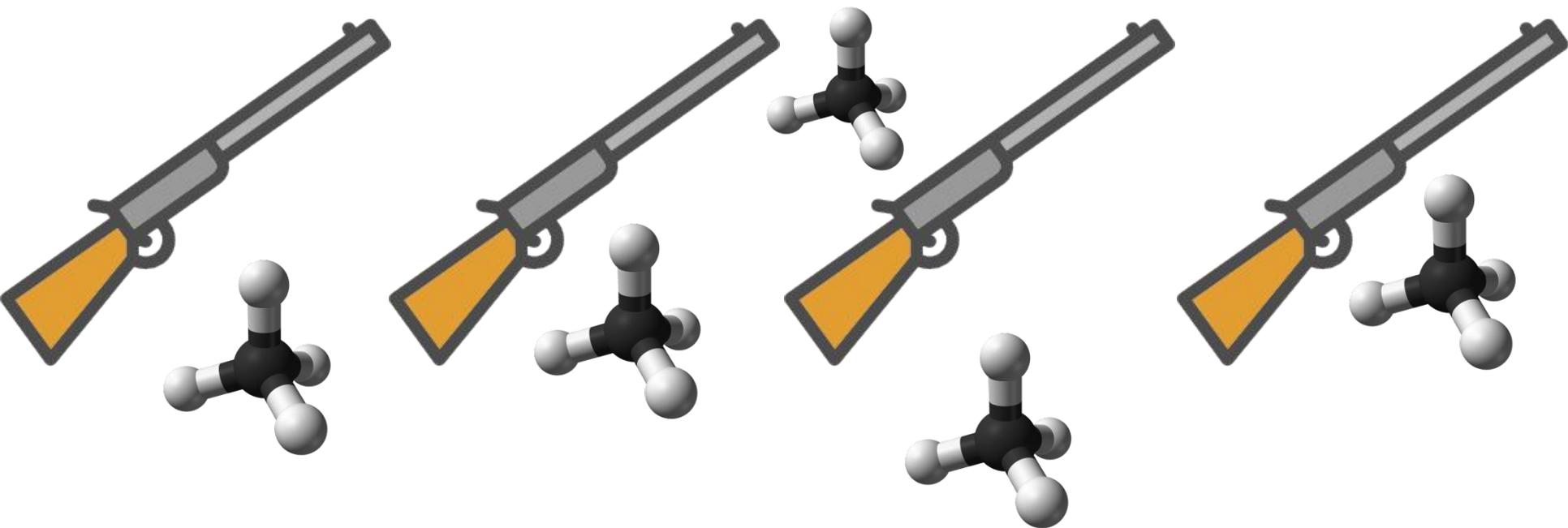
- Технология добычи метана из метангидратов
- Технология переработки метана в полиформальдегид
- Технология обработки полиформальдегида в готовый продукт

Список литературы

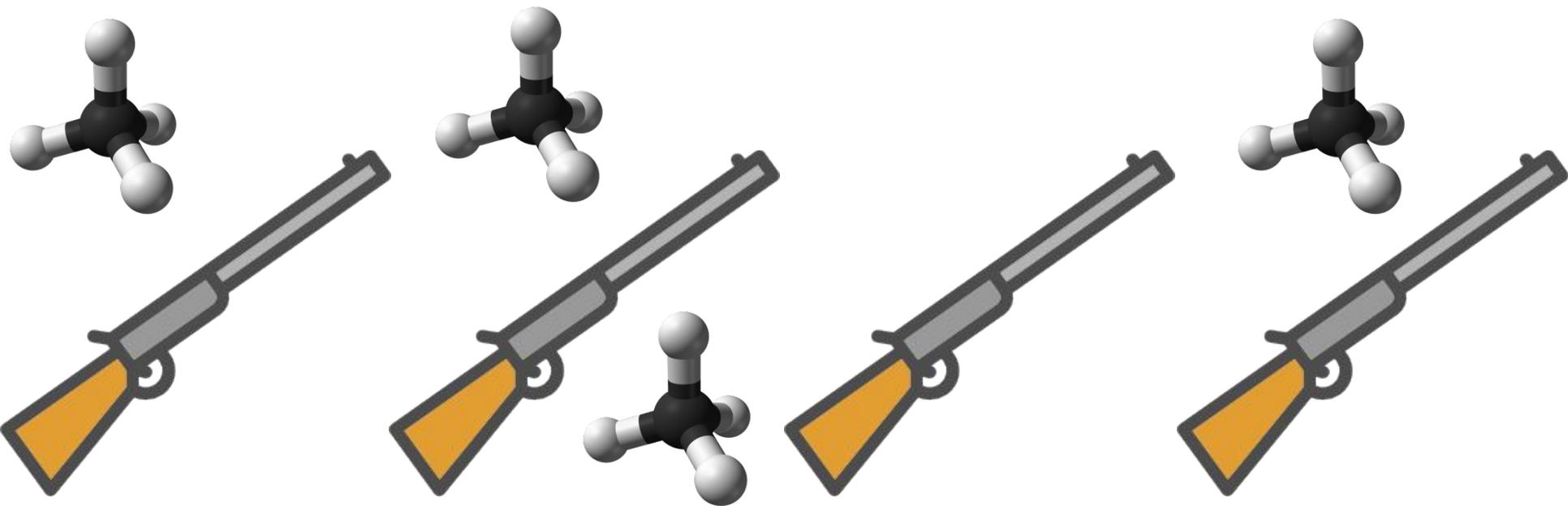
- Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза / Лебедев Н. Н. – 3-е изд., перераб. – М.: Химия, 1981 г.
- Основы химической технологии: Учебник для студентов вузов / Мухленов И. П., Горштейн А. Е., Тумаркина Е. С., Тамбовцева В. Д. Под ред. Мухленова И. П. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. Школа, 1983 г.
- Курс технологии связанного азота. Атрощенко В. И. и др. Под ред. чл.-корр. АН УССР Атрощенко В. И. 2-е изд, пер. и доп.
- Производство метанола. Караваев М. М., Мастеров А. П. «Химия», М., 1973 г.
- Промышленная адсорбция газов и паров. Серпионова Е. Н. Изд. 2-е переработ. и доп. Учеб. Пособие для студентов химико-технологических специальностей вузов. М., «Высш. школа», 1969 г.
- Органическая химия. В 4 ч. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.
- Дж. Кэрролл. Гидраты природного газа. — Технопресс, 2007.

Список литературы

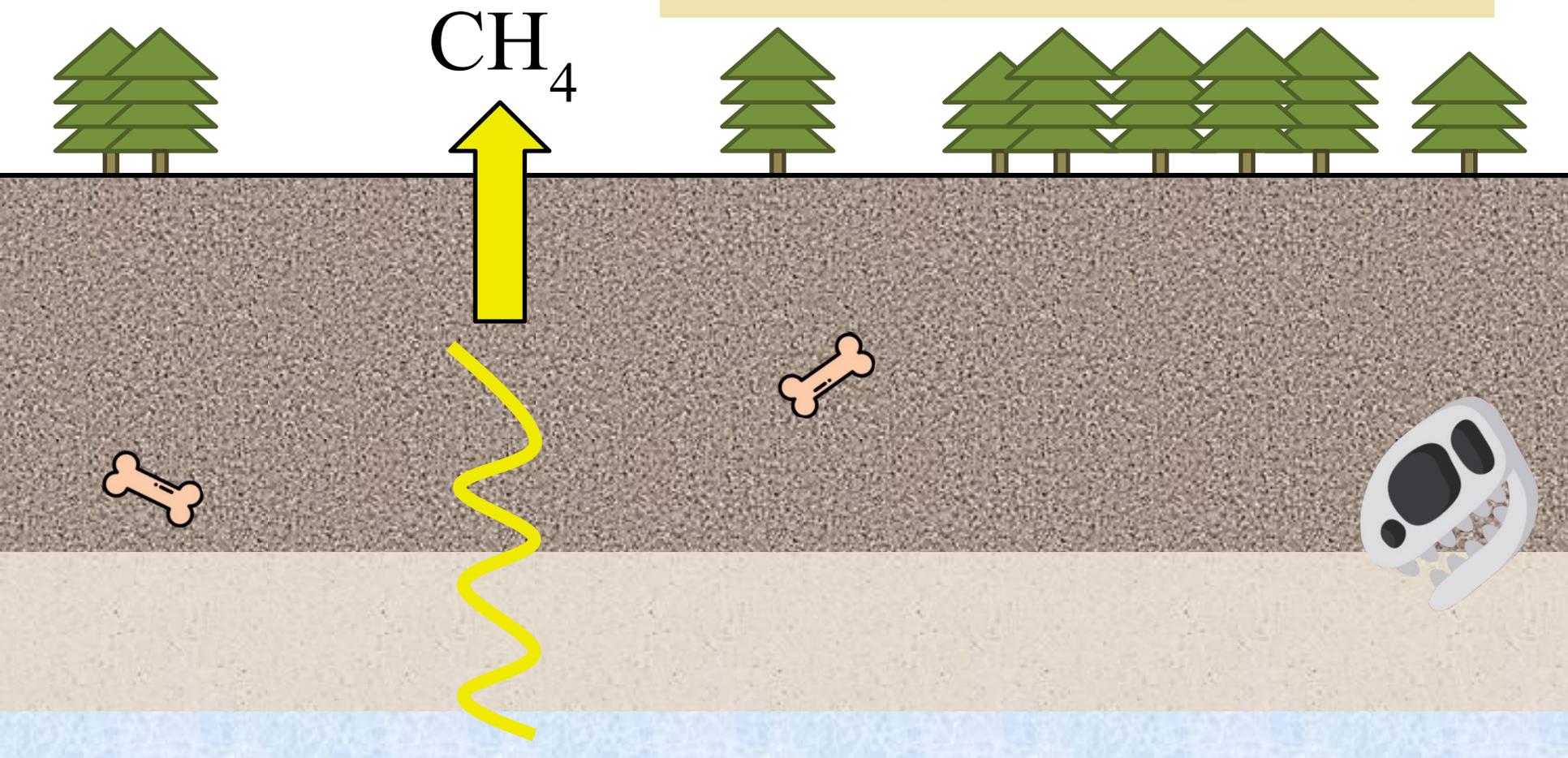
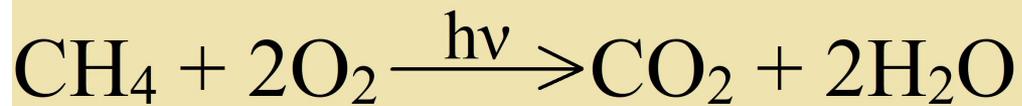
- Resources to Reserves 2013 — Oil, Gas and Coal Technologies for the Energy Markets of the Future / IEA, 2013.
- BP Statistical Review of World Energy 2013.
- Макогон Ю.Ф. Природные газовые гидраты: распространение, модели образования, ресурсы // Российский химический журнал, т. XLVТI, № 3, 2003.
- Energy Resource Potential of Methane Hydrate / US DOE Report, 2011.
- Paul C. Painter; Michael M. Coleman (2008). Essentials of Polymer Science and Engineering. DEStech Publications, Inc. pp. 313—. ISBN 978-1-932078-75-6.
- Christopher C. Ibeh (25 April 2011). Thermoplastic Materials: Properties, Manufacturing Methods, and Applications. CRC Press. pp. 473—. ISBN 978-1-4200-9384-1.
- Неорганическая химия. Химия элементов. Ю.Д. Третьяков, Л. И. Мартыненко, А. Н. Григорьев, А. Ю. Цивадзе. В двух томах. 2007. ISBN: 978-5-94628-297-0.



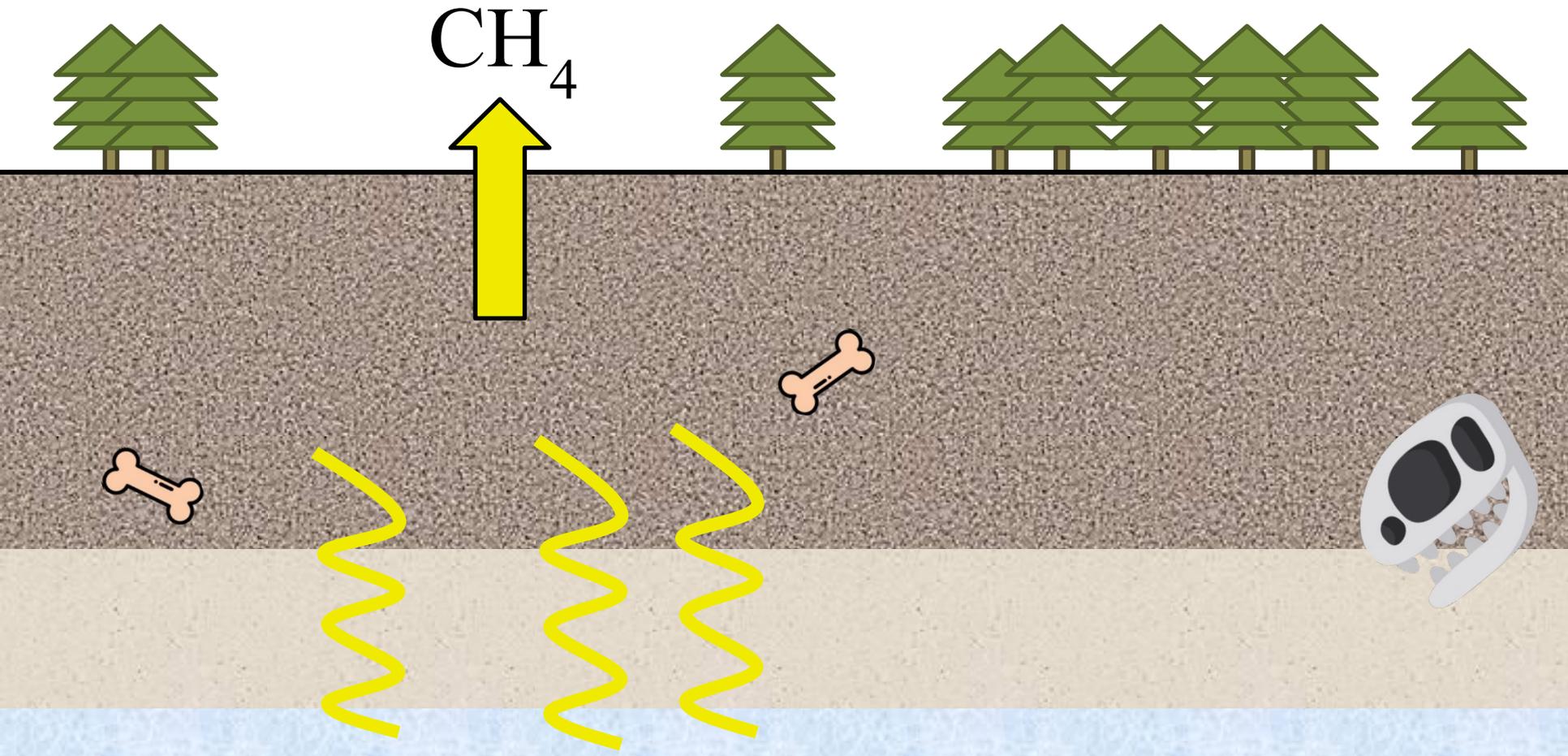
Спасибо за внимание



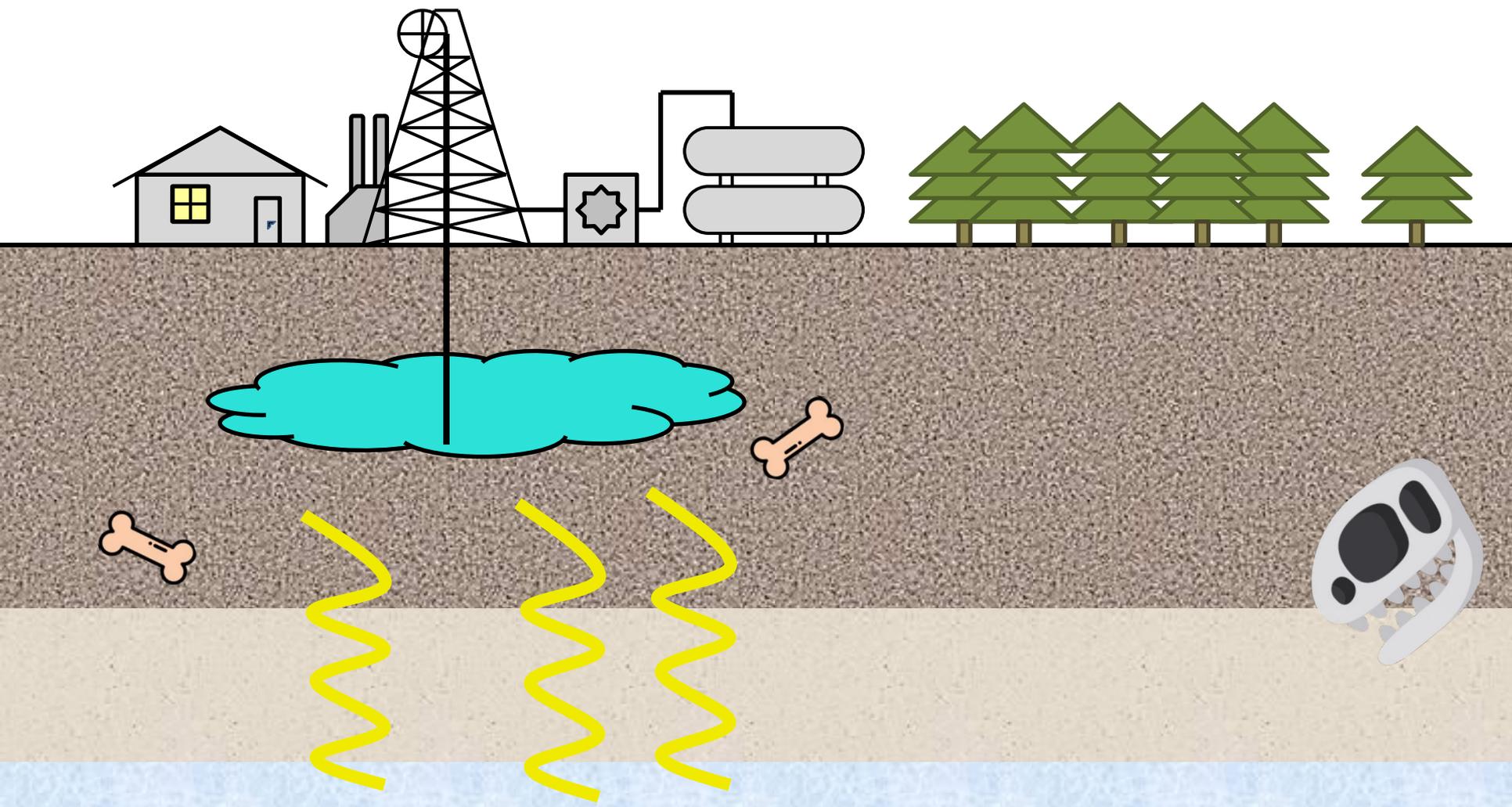
Выделение метана в небольших количествах



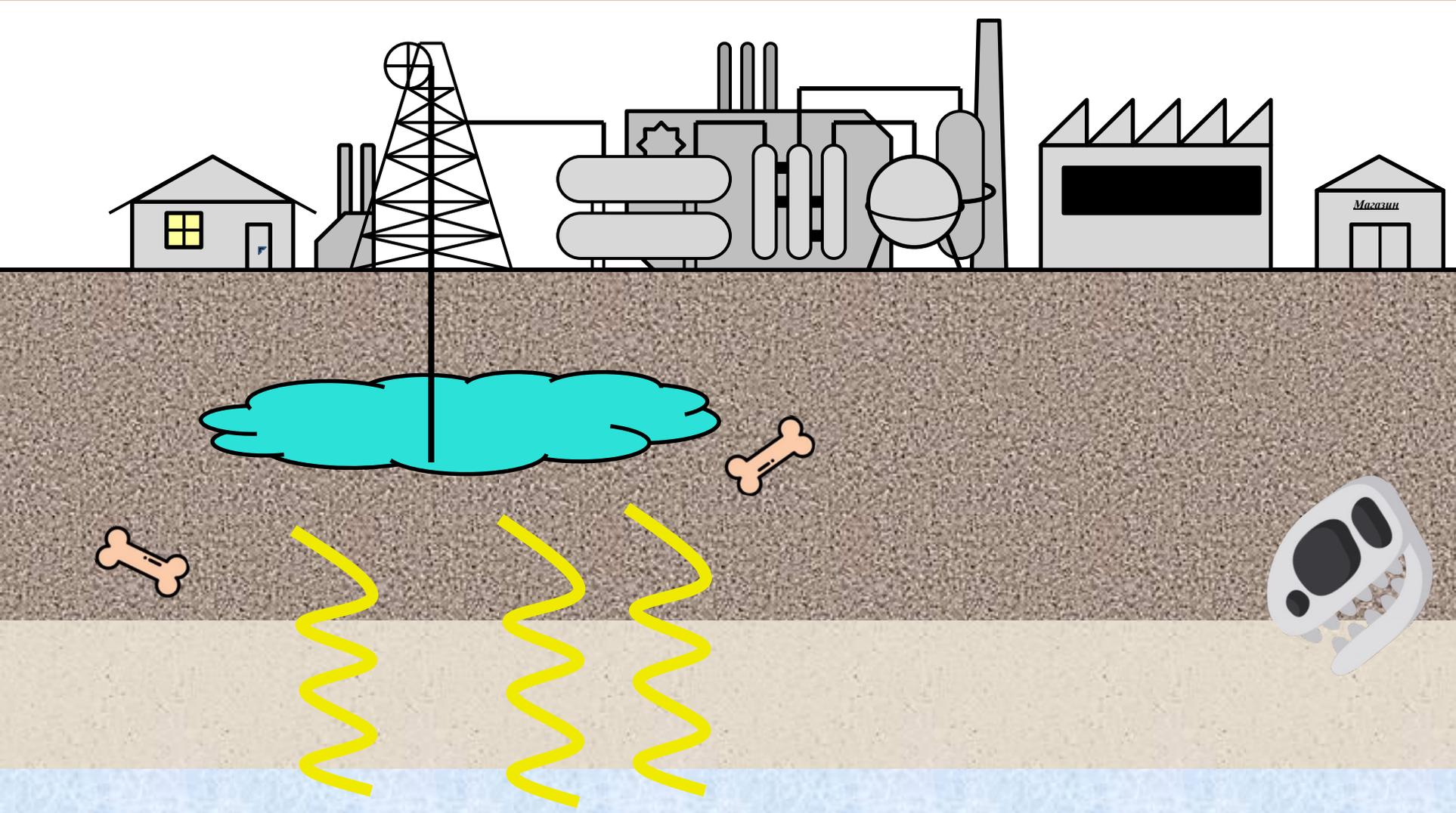
Добыча метана из метангидратов



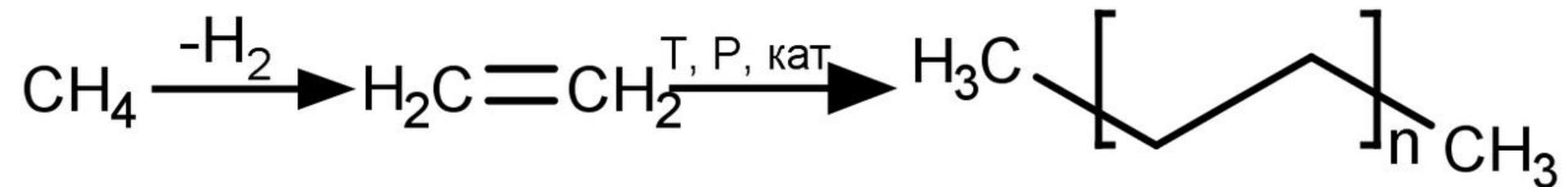
Добыча метана из метангидратов



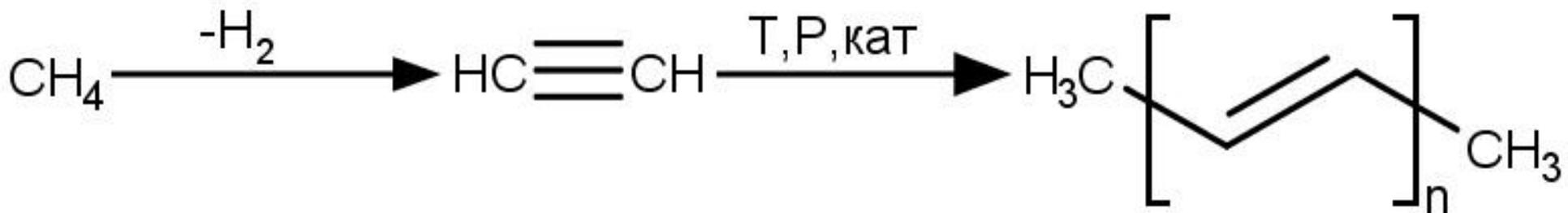
Добыча метана из метангидратов



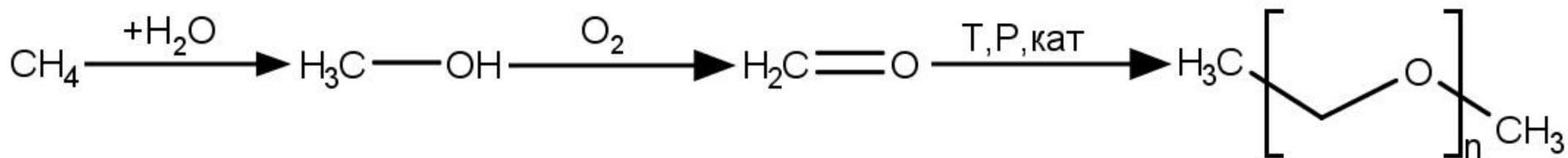
Полиэтилен из метана



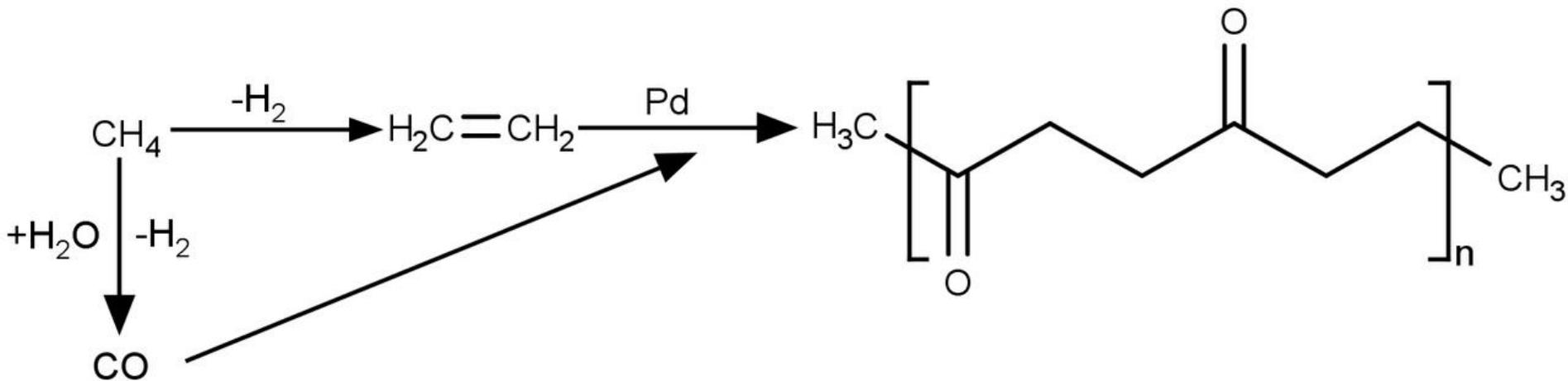
Полиацетилен из метана



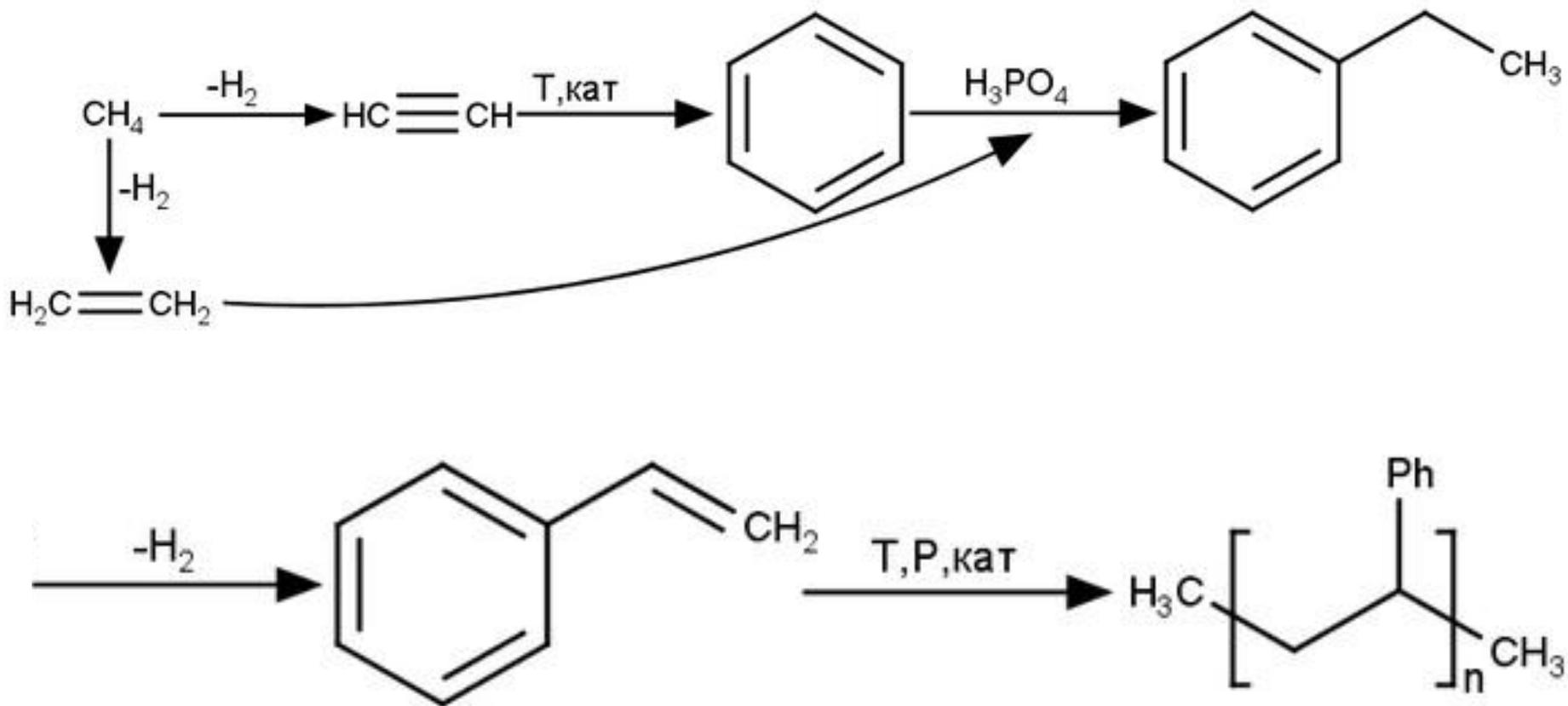
Полиформальдегид из метана



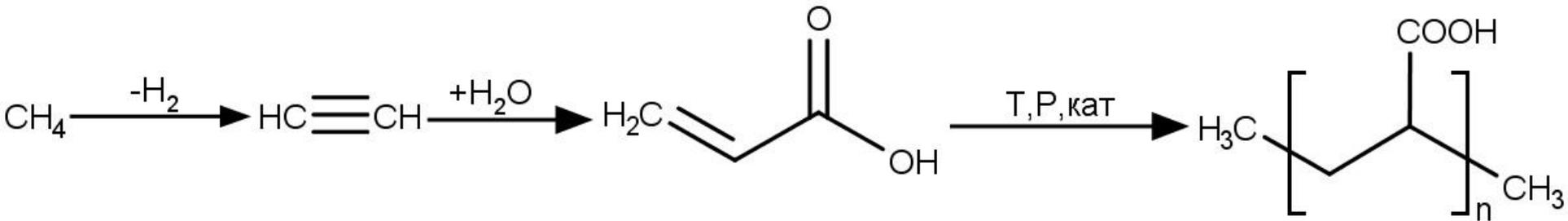
Поликетоны из метана



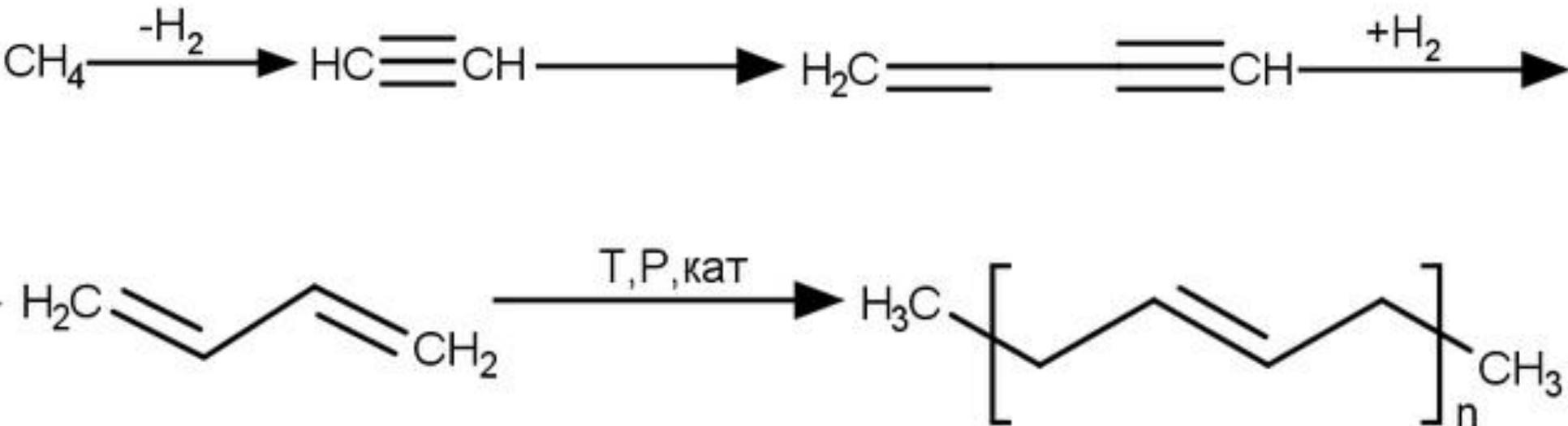
Полистирол из метана



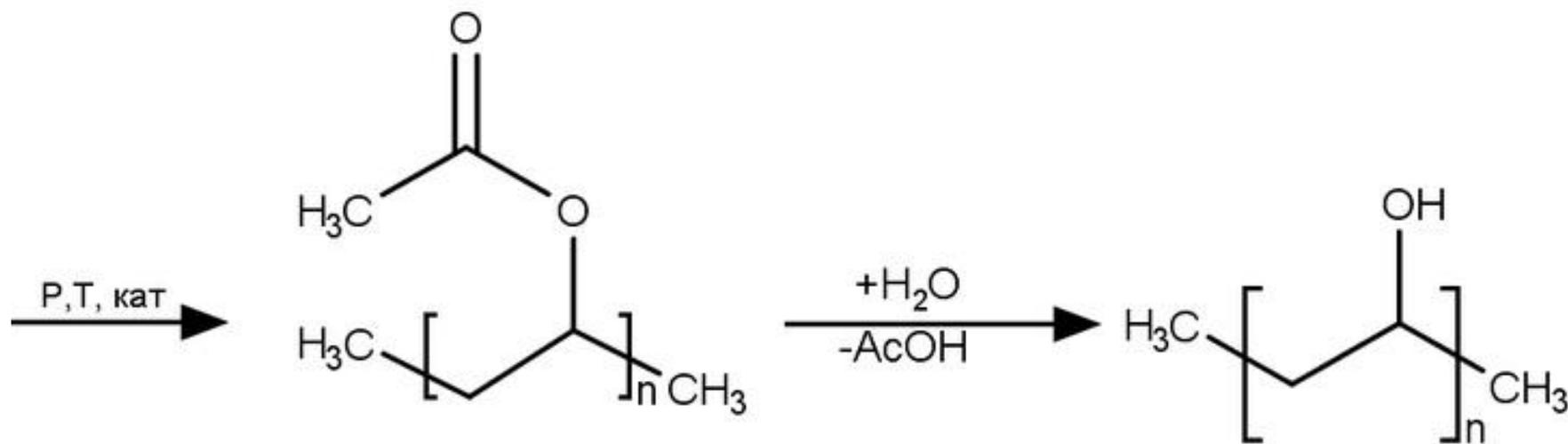
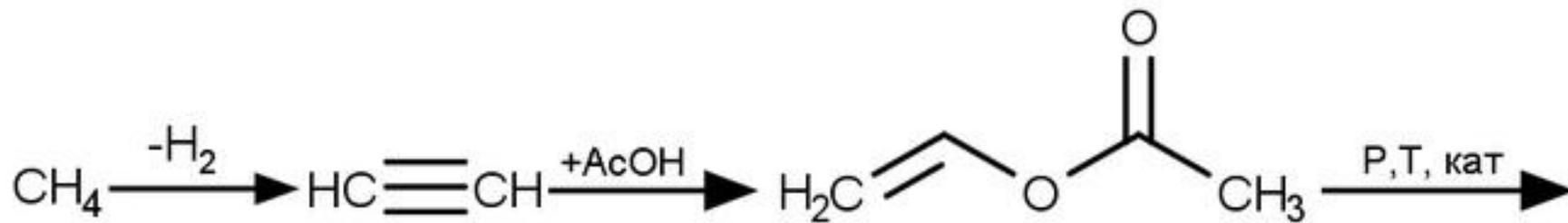
Полиакриловая кислота из метана



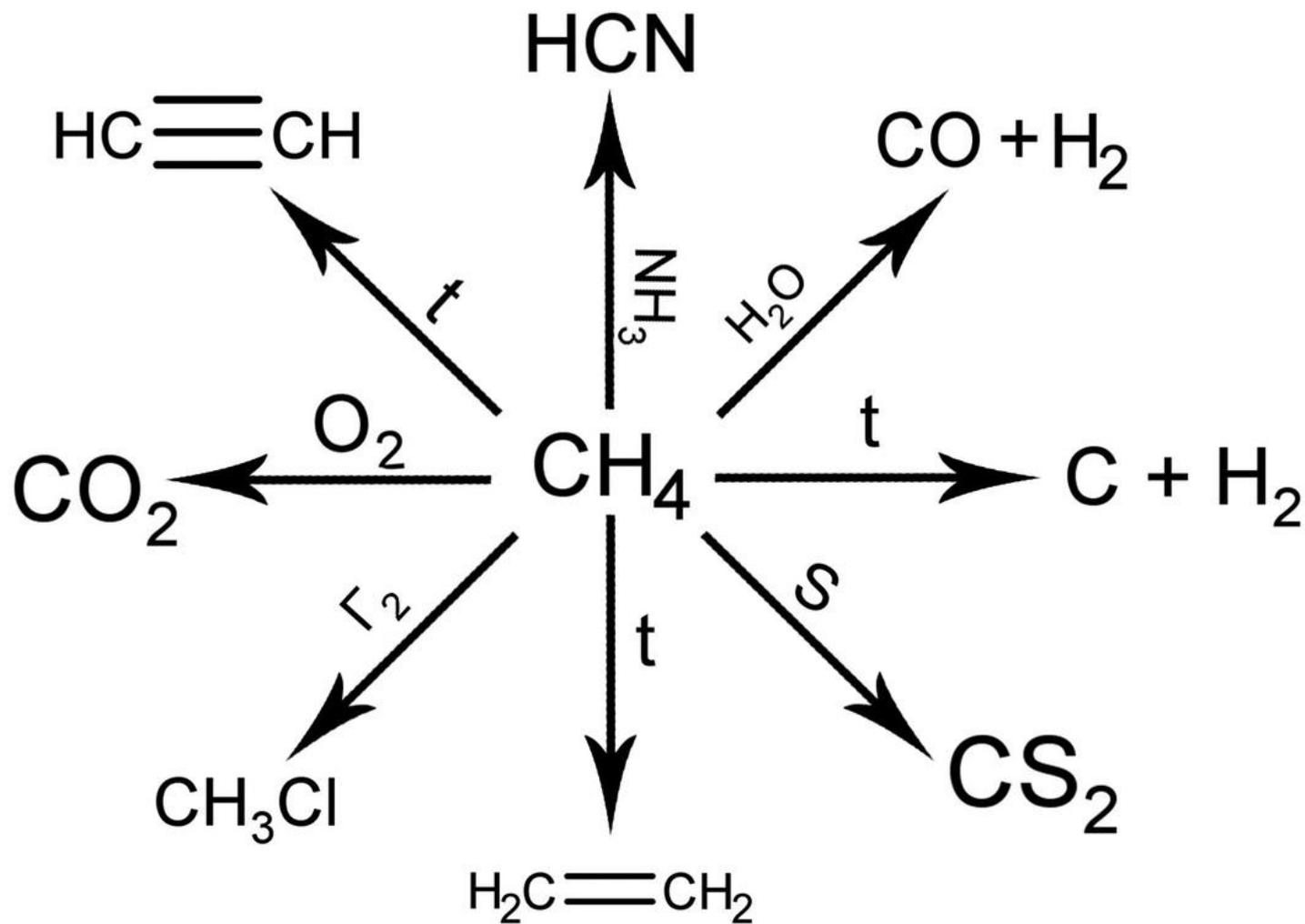
Синтетический каучук из метана



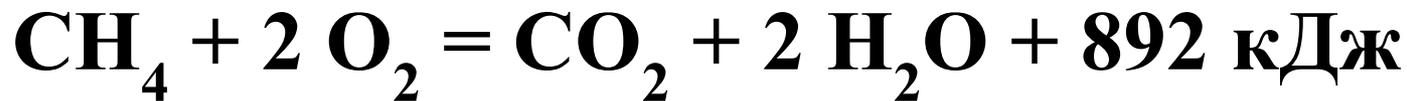
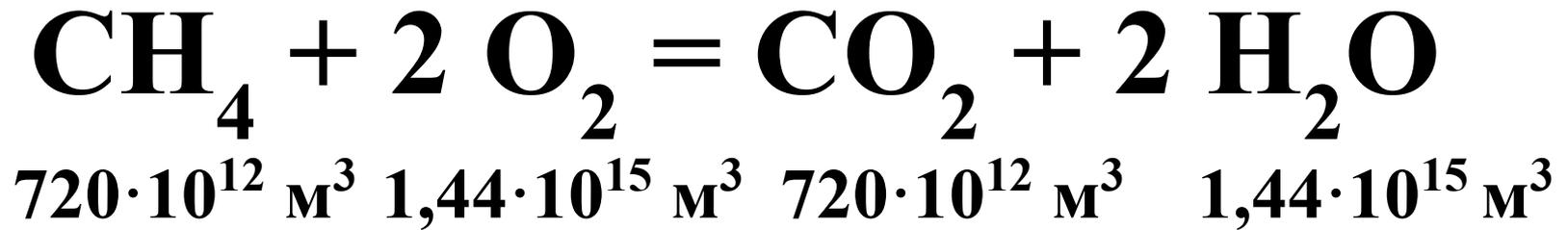
Поливиниловый спирт из метана



Реакционная способность метана



Горение метана



Сжигание $720 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \text{ CH}_4$

=

28671,4 Квинтиллионов Джоулей

Парниковый газ

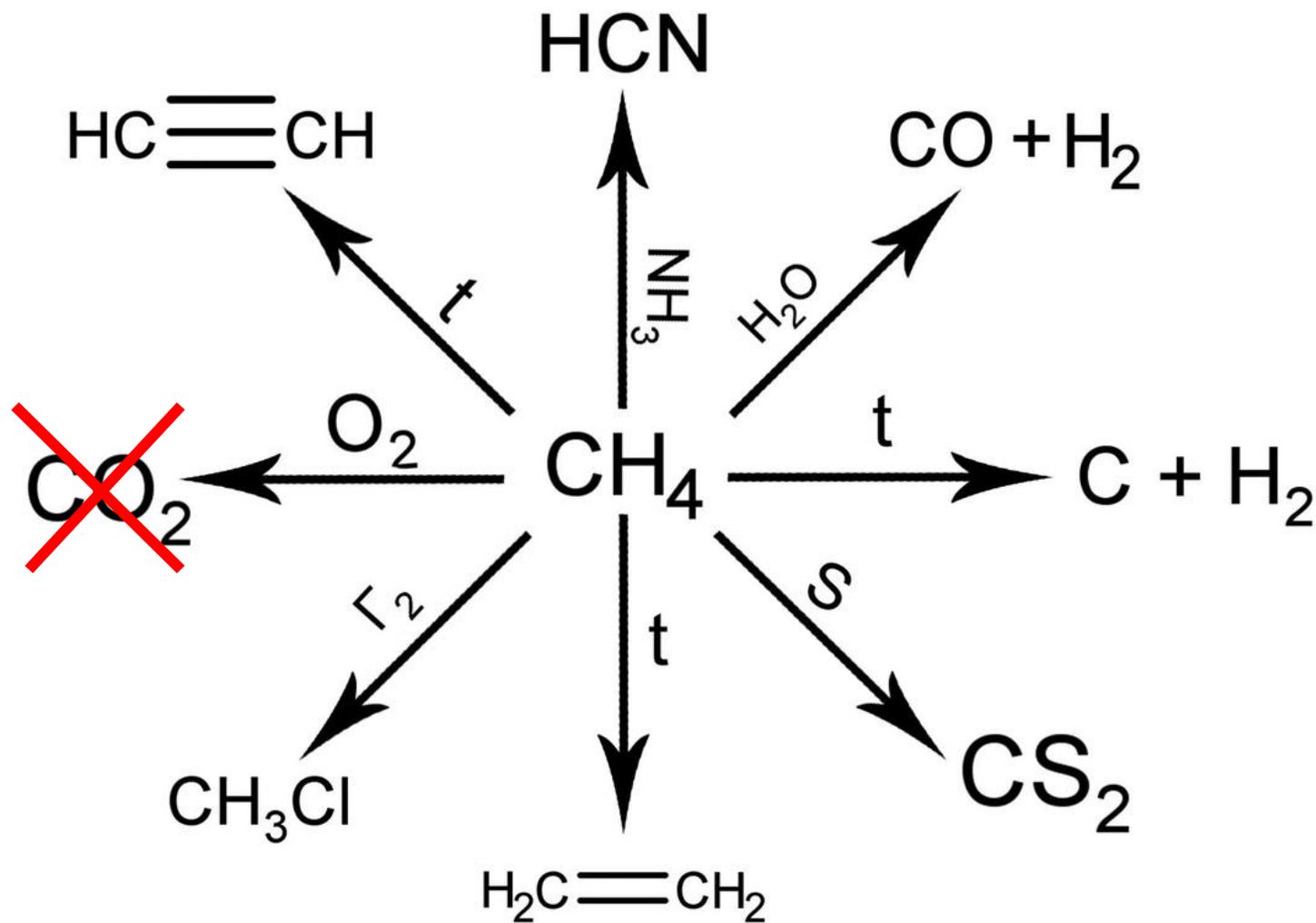


CO_2



Метан взрывоопасен

Реакционная способность метана



Разложение метана



Требуется много энергии

- **2404.28** Квинтиллионов Джоулей

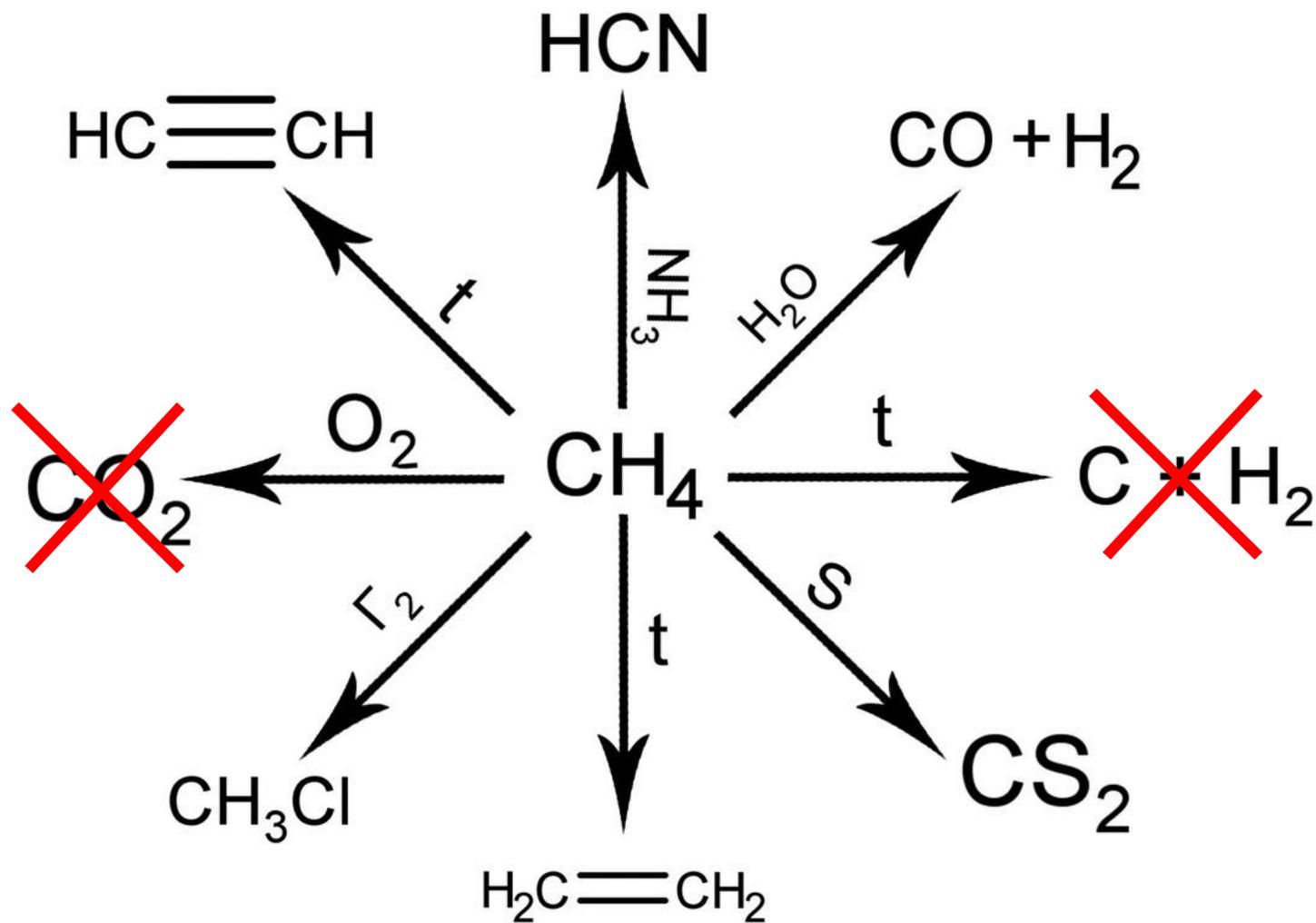
Труднореализуемо и затратно в промышленности

- Износ футеровки в печах
- Работа с высокими температурами

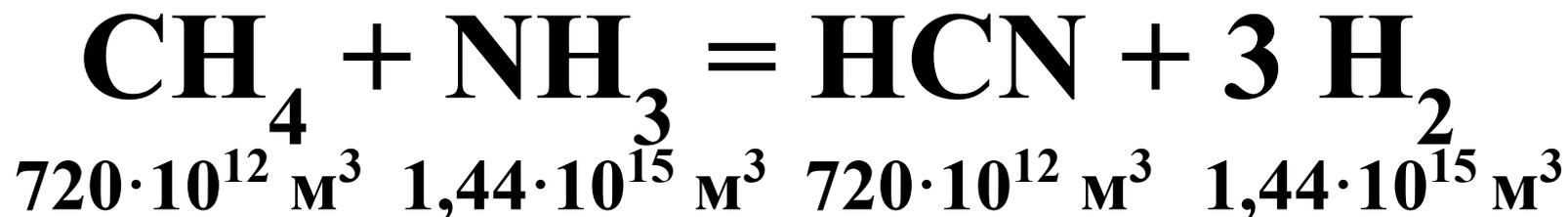
Продукты реакции горючи

- $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + Q$
- $Q = 18386 \cdot 10^{18}$ Дж

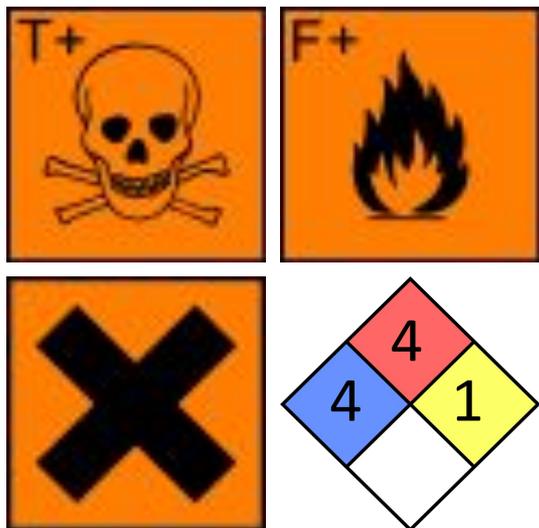
Реакционная способность метана



Взаимодействие с аммиаком



HCN



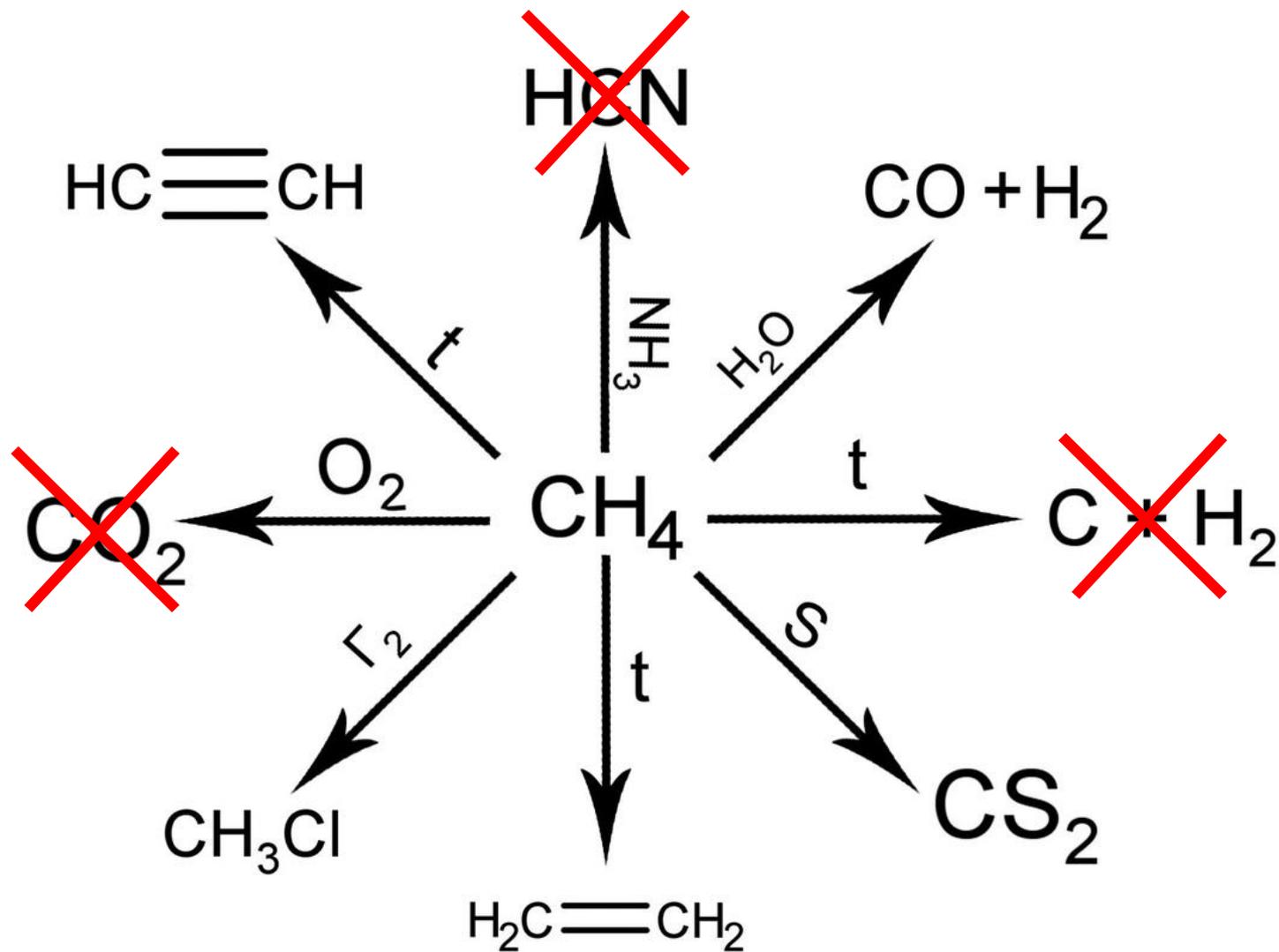
ЛД₅₀ 3,7 мг/кг

Синильная кислота очень ядовита

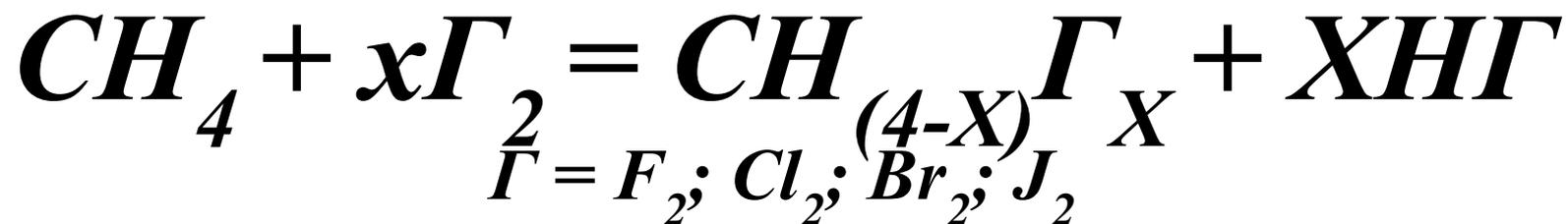
Реакция с низким выходом

Активная синильная кислота реагирует с многими соединениями, легко гидролизуется в HCOOH, которая преобразуется в CO₂

Реакционная способность метана



Галогенирование метана



Фтор

- CH_3F
- CH_2F_2
- CHF_3
- CF_4

Хлор

- CH_3Cl
- CH_2Cl_2
- $CHCl_3$
- CCl_4

Бром

- CH_3Br
- CH_2Br_2
- $CHBr_3$
- CBr_4

Йод

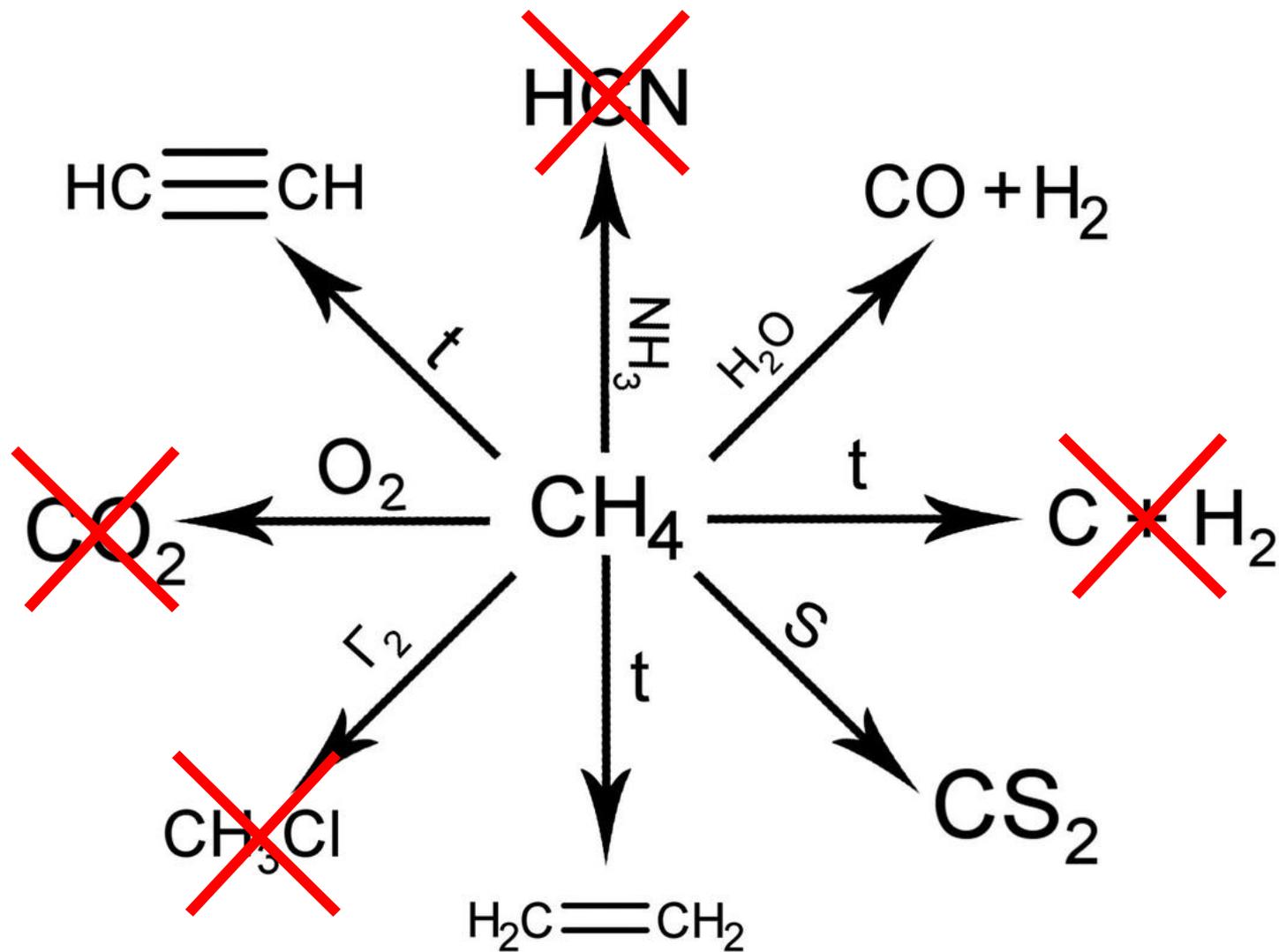
- CH_3J
- CH_2J_2
- CHJ_3
- CJ_4

На земле недостаточно галогенов чтобы связать весь метан

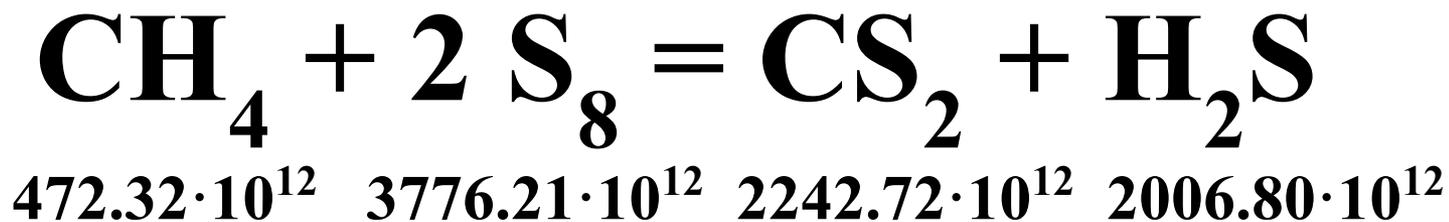
Низкие выходы, получается смесь продуктов

Продукты не используются для промышленного синтеза

Реакционная способность метана



Сероуглерод из метана



← Столько серы нет на планете Земля

H_2S

ЛД₅₀ 600 ppm

CS_2

ЛД₅₀ 3188 мг/кг

←
Крайне ядовитые продукты
→

Реакционная способность метана

