Влияние катализаторов на реакционную систему на примере синтеза Фишера-Тропша

Работу выполнила ученица 10 Б класса «Лицея №22 «Надежды Сибири» Кононова Людмила

Цель

Установить, как катализаторы влияют на протекание и продукты реакции

Задачи

- 1. Рассмотреть, что такое катализатор и его влияние на реакцию.
- 2.Изучить механизм процесса Фишера-Тропша.
- 3.Предложить каталитические системы, продукты в которых изменяются в зависимости от условий проведения.
- 4.Описать механизмы, объясняющие различия в протекании реакций.

Влияние катализатора на протекание реакций

Катализатор - вещество, которое повышает скорость химической реакции, но само в ней не расходуется.

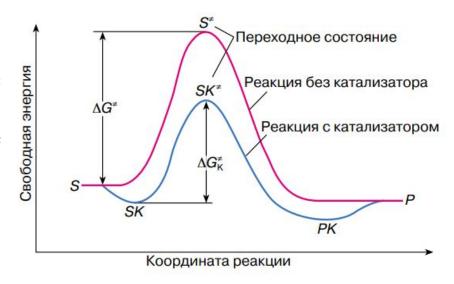


Рис. 1. Изменение свободной энергии Гиббса в некаталитической и каталитической реакциях

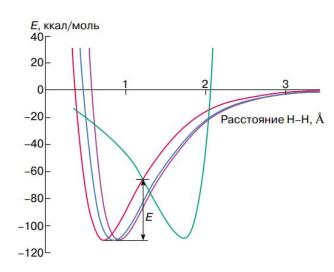
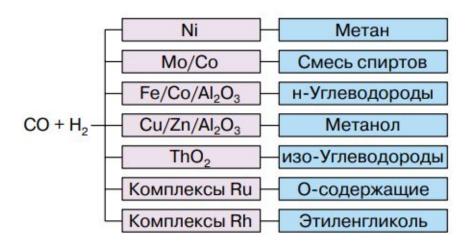


Рис. 2. Взаимодействие H_2 и CO. Справа изображена потенциальная кривая CO (зеленая), с которым взаимодействует возбуждаемый катализатором H_2 (левые потенциальные кривые). Красным цветом обозначена кривая невозбужденного реагента (H_2) . Фиолетовая кривая – результат увеличения равновесного расстояния, синяя – увеличение равновесного расстояния и изменение силовой постоянной

Основные типы катализаторов в кислотно-основных процессах

Кислота по Бренстеду (HCl, $\rm H_2SO_4$, ROH,) — вещество, способное отдать протон, а основание (OH $^-$, NH $_3$, RO $^-$) — принять. Кислота по Льюису (BF $_3$, AlCl $_3$) — вещество, способное принять пару электронов, а основание (NH $_3$) — отдать.

Реакция Фишера-Тропша



Механизм реакции Фишера-Тропша

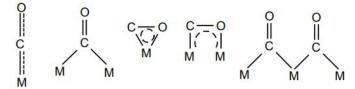
- 1) адсорбция реагентов на поверхности катализатора,
- 2) образование активных частиц,
- 3) рост углеводородной цепи,
- 4) обрыв цепи,
- 5) десорбция продуктов с поверхности катализатора,
- 6) вторичная адсорбция продуктов на поверхности катализатора,
- 7) вторичные, побочные реакции.

Адсорбция реагентов на поверхности катализатора

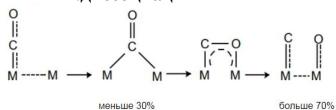
$$egin{aligned} H_{2,\mathrm{ra3}} &
ightarrow H_{2,\,\mathrm{agc}} \ H_{2,\mathrm{ra3}} &
ightarrow 2 H_{\mathrm{agc}} \end{aligned}$$

селективность определяется адсорбцией СО

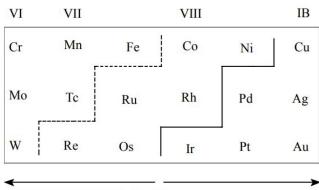
1.ассоциация



2.диссоциация



Диссоциация СО на разных металлах происходит при разных температурах. Так, на Fe, Mn, Cr, Mo, W монооксид углерода диссоциирует уже при комнатной температуре, на Co, Ni, Ru, Rh и Os о́ ниже 200 °C, а на Cu, Pt и Pd о́ выше 300 °C. Рис. 1 иллюстрирует характер адсорбции СО на переходных металлах.



Диссоциативная адсорбция Недиссоциативная адсорбция --- 25°C — 300°C

Рис. 1. Характер адсорбции СО на переходных металлах

Общий вид сорбции

Вероятность протекания реакций (3) и (4) и соотношение их скоростей определяются природой металла, обуславливающей реакционную способность кислорода по отношению к водороду и оксиду углерода.

$$CO \stackrel{\longrightarrow}{\longleftrightarrow} CO_{AJC} \stackrel{\longrightarrow}{\longleftrightarrow} C_{AJC} + O_{AJC}$$
 (1)
 $C_{AJC} + M \stackrel{\longleftarrow}{\longleftrightarrow} M_2C$ (2)
 $O_{AJC} + 2H_{AJC} \stackrel{\longleftarrow}{\longleftrightarrow} H_2O$ (3)
 $O_{AJC} + CO_{AJC} \stackrel{\longleftarrow}{\longleftrightarrow} CO_2$ (4)

Образование активных частиц

На каталитической поверхности содержится целый ряд активных частиц (C, CO, CO $_2$, H $_2$ O, O, H, H $_2$ и т.д.), которые могут одновременно сосуществовать и взаимодействовать между собой и с образовавшимися из CO и H $_2$ радикалами

Образование С1 продуктов

Рост цепи

$$C_{n,aдc} + C_{1,aдc} \rightarrow C_{n+1,aдc}$$

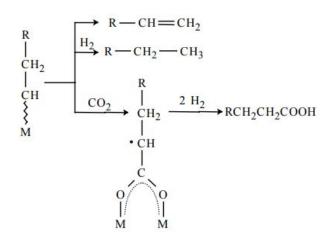
Образование С2 продуктов

Образование углеводородов С3 и выше

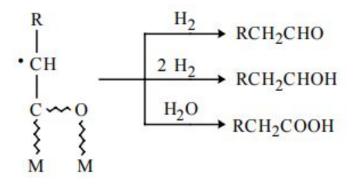
$$H_3C$$
 — C —

Обрыв цепи

Бексислородных соединений



Кислородосодержащих соединений



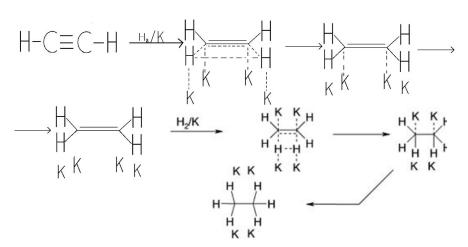
Десорбция продуктов

В каталитической системе десорбция вновь образующихся соединений затруднена изза диффузии через слой ранее образовавшихся жидких продуктов. В результате продукты синтеза накапливаются внутри зерен катализатора, что увеличивает время контакта этих соединений с катализатором и способствует протеканию вторичных превращений.

Реакция гидрирования алкинов

- 1. $CH \equiv CH + 2H_2 \stackrel{t^{\circ}, N_i}{\rightarrow} CH_3 CH_3$
- 2. $CH = CH + H_2 \xrightarrow{t^{\circ}, Pd/Pb} CH_2 = CH_2$

Механизм гидрирования алкинов



Вид частиц, сорбированных на поверхности катализатора

М — поверхность катализатора.

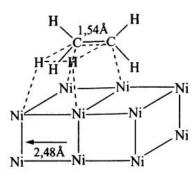
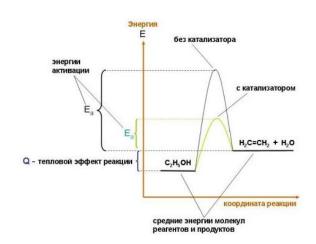


Рис. 10.2. Схема каталитического гидрирования

Реакция межмолекулярной дегидратации спиртов

$$\begin{array}{c}
C_{2}H_{5}OH \\
C_{2}H_{5}OH
\end{array}$$
 $\begin{array}{c}
H_{2}SO_{4} \\
t<140^{\circ}C
\end{array}$
 $\begin{array}{c}
C_{2}H_{5}-O-C_{2}H_{5} + H_{2}O \\
\text{диэтиповый} \\
\Rightarrow \varphi$ ир

Реакция дегидратации спиртов в кислой среде



Заключение

Таким образом, нами был рассмотрен процесс Фишера-Тропша, а также предложены примеры реакций, в которых показано влияние природы катализатора/условий среды на механизм протекания реакции и состав продуктов. Мы демонстрируем, что, действительно, для подобных сложных процессов условия среды и катализатор оказывают значительное влияние, регулируя селективное протекание реакции по одному из возможных путей.

Источники информации

- 1. А. А. Кубасов «Почему катализатор ускоряет химические реакции» 2001г
- 2. А. Л. Лапидус, А. Ю. Крылова "О механизме образования жидких углеводородов из СО и $\rm H_2$ на кобальтовых катализаторах" 1997г
- 3. В. В. Еремин "Химия 10 класс. Углубленный уровень" 2014 г.
- 4. А. В. Мануйлов, В. И. Родионов "Основы химии" Глава 9 Термохимия, скорость химической реакции и химическое равновесие §9.6 Катализ 1998 г

Спасибо за внимание

Требования к катализаторам

- постоянная высокая каталитическая активность,
- селективность,
- механическая прочность,
- термостойкость,
- устойчивостью к действию каталитических ядов,
- большая длительность работы,
- легкая регенерируемость,
- необходимые гидродинамические характеристики,
- невысокая стоимость.

Селективность изменяется из-за изменения электронных свойств и окружения активных центров катализатора (эффект лиганда). https://www.chem21.info/article/21368 5/

https://neftegaz.ru/tech-library/perer abotka-nefti-i-gaza/147532-katalizat ory/

Именно от строения и устойчивости (или неустойчивости) промежуточных частиц зависит скорость любой реакции и выбор того или иного её направления.

Переработка нефти и газа "Катализаторы"