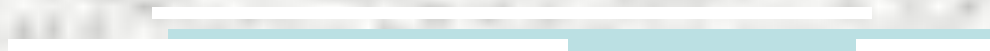
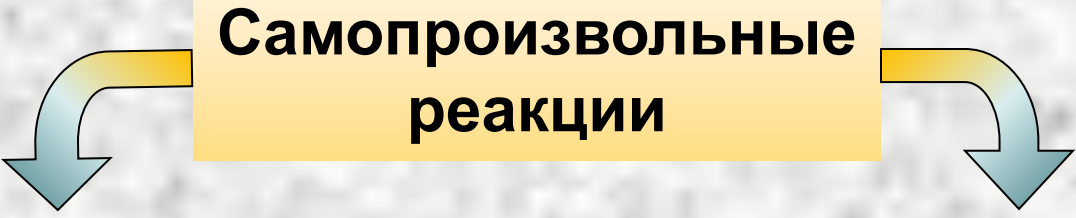


# ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ



# Необратимые и обратимые реакции

## Самопроизвольные реакции



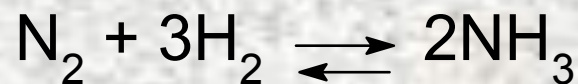
### Необратимые реакции –

идут только в одном направлении, до конца, т.е. до полного превращения одного или всех исходных веществ в продукты реакции



### Обратимые реакции –

идут в противоположных направлениях, не проходят до конца, исходные вещества полностью не расходуются



# Химическое равновесие

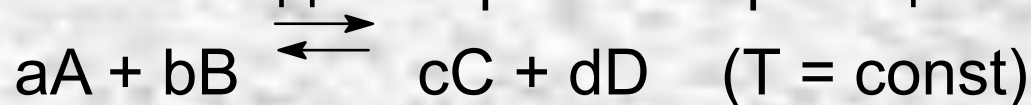
**Состояние системы, характеризующееся равными скоростями прямой и обратной реакций, называют состоянием химического равновесия**

- ❖ В условиях химического равновесия концентрации всех веществ в системе не изменяются со временем. Это означает, что каждого вещества за единицу времени расходуется столько же, сколько вновь образуется.
- ❖ Концентрации веществ в условиях химического равновесия называют *равновесными концентрациями*.
- ❖ Равновесные концентрации обозначают символом вещества в квадратных скобках -  $[N_2]$ ,  $[NH_3]$  и измеряют в моль/л.

# Закон действующих масс (ЗДМ)

□ В закрытой системе в состоянии равновесия при постоянных температуре и давлении отношение произведений концентраций продуктов реакции и исходных веществ в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам, является постоянной величиной

□ В закрытой системе для обратимой реакции



математическое выражение ЗДМ имеет вид:

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = \text{const}$$

$K$  – константа равновесия

$[A]$ ,  $[B]$  и т.д. – равновесные концентрации веществ, моль/л

# Константы равновесий в гомогенных и гетерогенных системах

## Гомогенная система

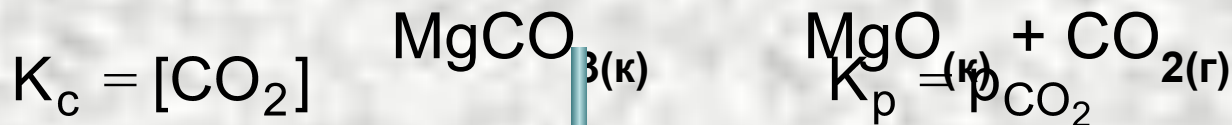
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$   
Выражение константы  
равновесия через  
концентрации

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

Для реакций, протекающих в газовой  
фазе, константу равновесия можно  
выразить через равновесные парциальные  
давления компонентов

$$K_p = \frac{p_{NH_3}^2}{p_{N_2} p_{H_2}^3}$$

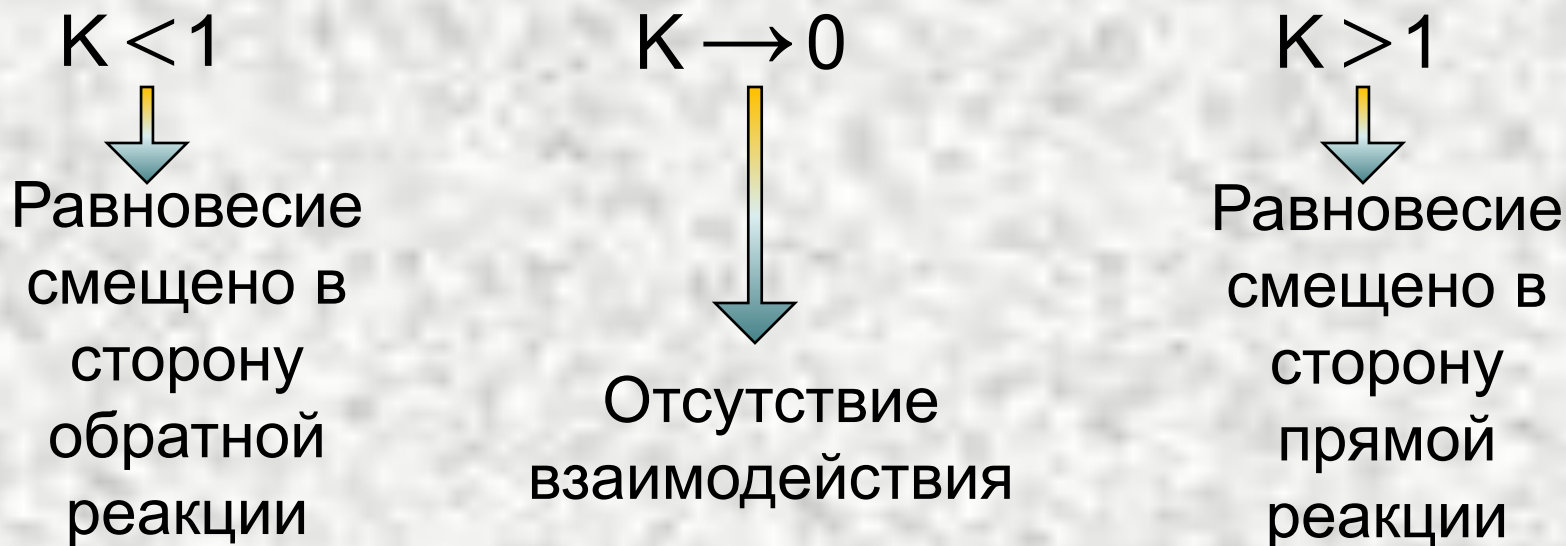
## Гетерогенная система



Концентрации твердых веществ считают неизменными, условно равными единице, и в выражение константы равновесия не включают

# Константа равновесия – мера глубины прохождения реакции

Значение константы равновесия позволяет судить о полноте прохождения реакции: чем больше значение  $K$ , тем больше концентрации продуктов реакции, тем с большей полнотой проходит прямая реакция.



**Константа равновесия зависит от природы веществ, образующих систему и от температуры, но не зависит от концентрации веществ**

# Влияние различных факторов на состояние химического равновесия. Принцип Ле Шателье

***Если на систему, находящуюся в равновесии, оказать внешнее воздействие, равновесие сместится в направлении, ослабляющем это воздействие***

## Условные обозначения:

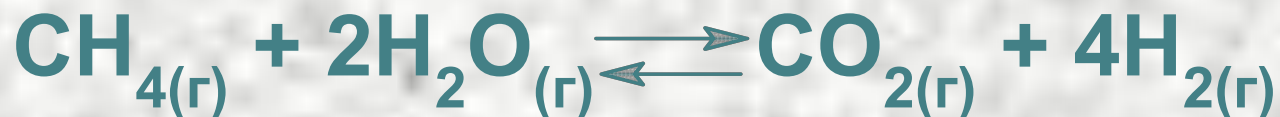


означает смещение равновесия в сторону прямой реакции, т.е. увеличение равновесных концентраций продуктов реакции



означает смещение равновесия в сторону обратной реакции, т.е. увеличение равновесных концентраций исходных веществ

# Влияние концентраций веществ на состояние равновесия системы



## Внешнее воздействие

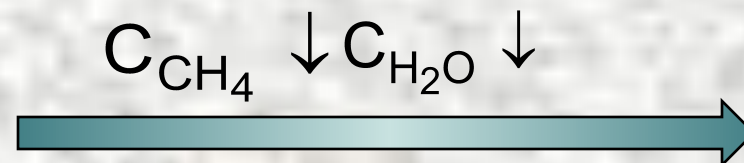
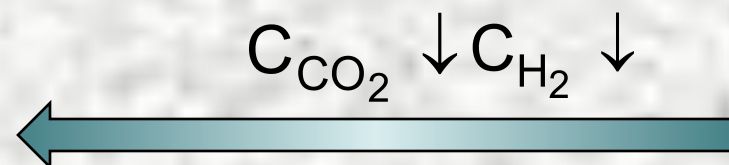
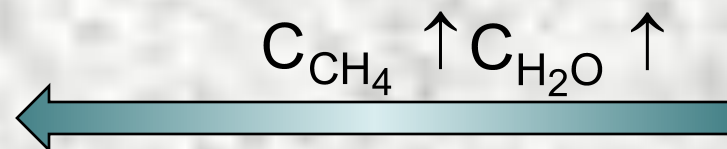
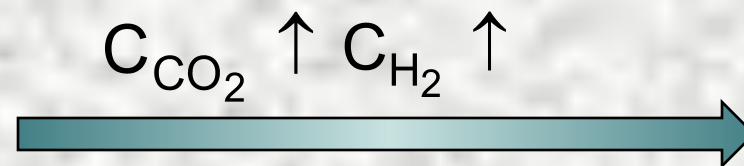
Увеличение концентрации  $\text{CH}_4$  или  $\text{H}_2\text{O}$ :

Увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  или  $\text{H}_2$ :

Уменьшение концентрации  $\text{CH}_4$  или  $\text{H}_2\text{O}$ :

Уменьшение концентрации  $\text{CO}_2$  или  $\text{H}_2$ :

## Смещение равновесия





# Влияние общего давления в системе

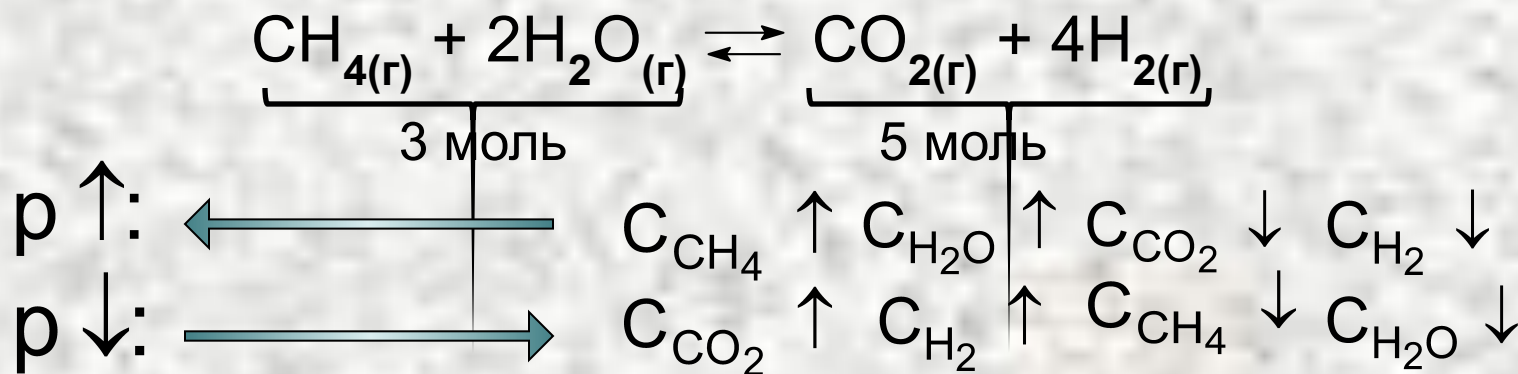
Давление оказывает влияние на равновесие реакций, сопровождающихся изменением количества газообразных веществ

## При увеличении давления

равновесие смещается в сторону уменьшения количества газообразных веществ

## При понижении давления

равновесие смещается в сторону увеличения количества газообразных веществ





# Влияние температуры



прямая реакция эндотермическая

обратная реакция экзотермическая

**Нагревание:**   $C_{\text{CO}_2} \uparrow, C_{\text{H}_2} \uparrow, C_{\text{CH}_4} \downarrow, C_{\text{H}_2\text{O}} \downarrow$

**Охлаждение:**   $C_{\text{CH}_4} \uparrow, C_{\text{H}_2\text{O}} \uparrow, C_{\text{CO}_2} \downarrow, C_{\text{H}_2} \downarrow$

## При нагревании

равновесие смещается в сторону эндотермических реакций ( $\Delta H > 0$ )

## При охлаждении

равновесие смещается в сторону экзотермических реакций ( $\Delta H < 0$ )

**Присутствие катализаторов не смещает химическое равновесие. Катализаторы увеличивают скорость достижения равновесия**