



# **ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ**

## **и способы его смещения**

# Химическое равновесие

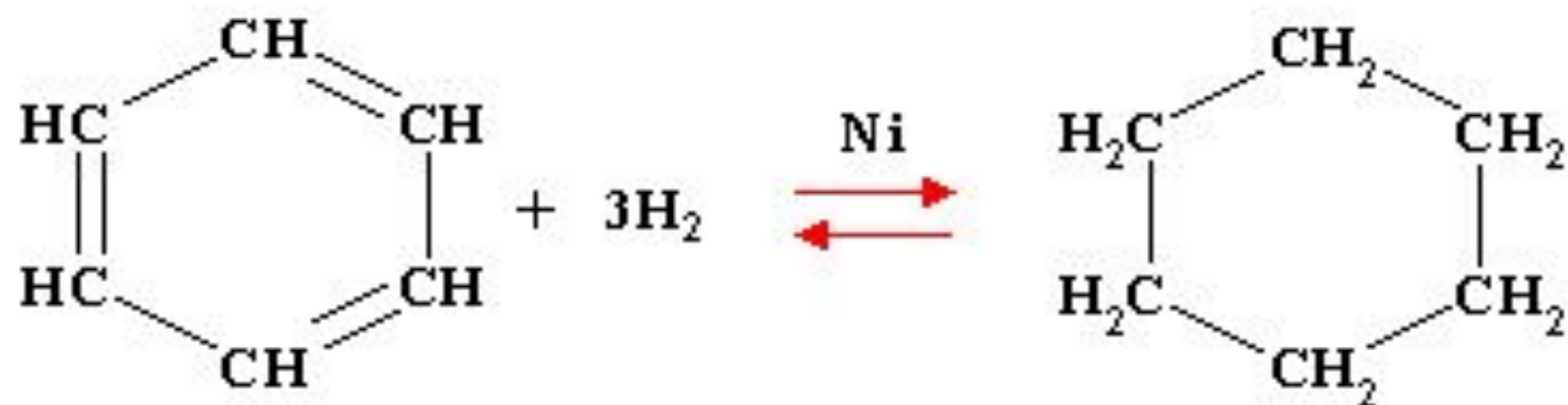
- Состояние равновесия характерно для обратимых химических реакций.
- **Обратимая реакция** - химическая реакция, которая при одних и тех же условиях может идти в прямом и в обратном направлениях.
- **Необратимой** называется реакция, которая идет практически до конца в одном направлении.

## Необратимая реакция



Горение метана

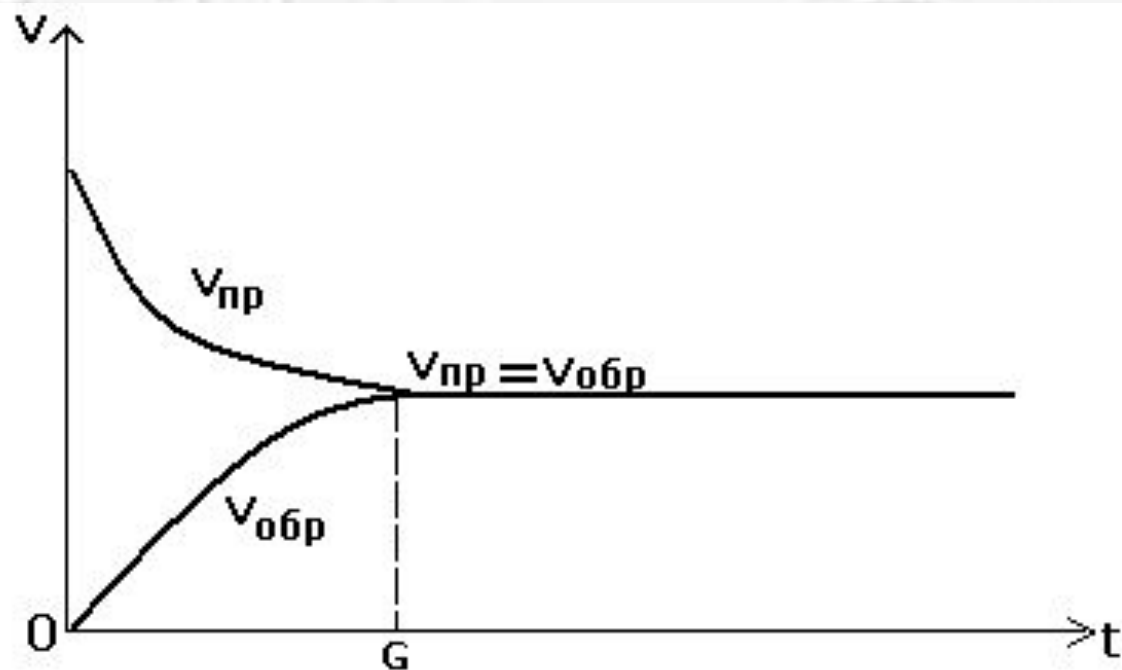
## Обратимая реакция



Бензол

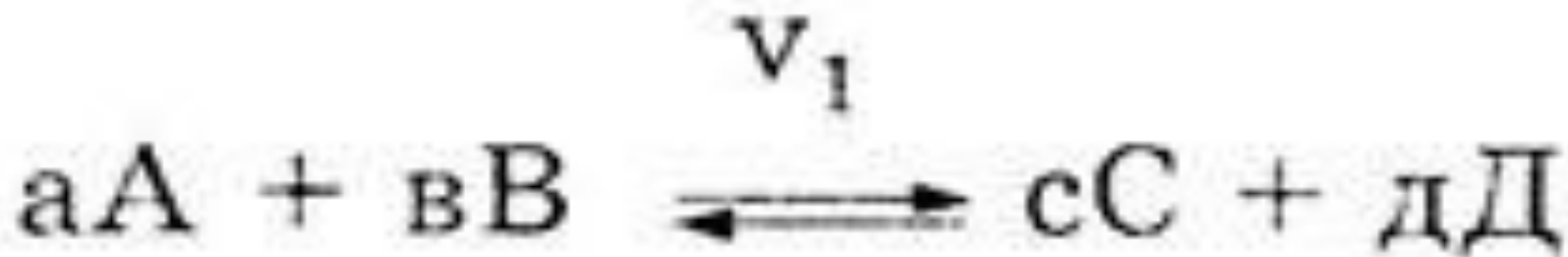
Циклогексан

- Во всех обратимых реакциях скорость прямой реакции уменьшается, скорость обратной реакции возрастает до тех пор, пока обе скорости не станут равными и не установится состояние равновесия.



Изменение во времени скорости прямой и обратной реакций до достижения состояния равновесия

- **Химическое равновесие** - состояние системы, в котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции.



$$v_2$$
$$v_1 = v_2,$$

- **Концентрации всех веществ в состоянии равновесия (равновесные концентрации) постоянны.**
- **Химическое равновесие имеет *динамический* характер. Это значит, что и прямая и обратная реакции при равновесии не прекращаются.**

- Смещение равновесия в нужном направлении достигается изменением условий реакции (**принцип Ле-Шателье**).
- **Принцип Ле-Шателье** - Если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказать внешнее воздействие, то система перейдет в другое состояние так, чтобы уменьшить эффект внешнего воздействия.



- Для одностадийной обратимой реакции



- при равновесии выражения для скоростей прямой  $V_1$  и обратной реакций  $V_2$  имеют вид:

$$V_1 = k_1 [A]^a [B]^b \quad \text{и} \quad V_2 = k_2 [C]^c [D]^d,$$

- где  $[a]$ ,  $[b]$ ,  $[c]$  и  $[d]$  - равновесные молярные концентрации веществ  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $d$ ;  
 $a, b, c$  и  $d$  - соответствующие стехиометрические коэффициенты (при условии, что реакция идет в одну стадию);  
 $k_1$  и  $k_2$  - коэффициенты пропорциональности, называемые константами скоростей.



- Из условия равновесия

$V_1 = V_2$  следует:

$$k_1 [A]^a [B]^b = k_2 [C]^c [D]^d$$

- Отсюда получаем выражение для константы равновесия

**К<sub>р</sub>**:

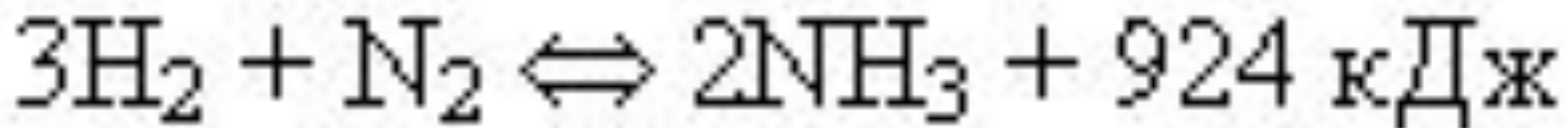
$$K_p = k_1 / k_2 = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

- Чем выше величина **К<sub>р</sub>**, тем больше в равновесной смеси продуктов прямой реакции.

# Влияние температуры на смещение равновесия

- Реакции, сопровождающиеся выделением теплоты, называются **экзотермическими**.
- Реакции, сопровождающиеся поглощением теплоты, называются **эндотермическими**.
- каждой обратимой реакции одно из направлений отвечает экзотермическому процессу, а другое - эндотермическому.

# Влияние температуры на смещение равновесия



- Чтобы сместить равновесие вправо (для экзотермической реакции)---**нужно понизить температуру.**
- А для эндотермической---наоборот, **повысить температуру.**

- **При повышении температуры химическое равновесие смещается в направлении эндотермической реакции,**
- **при понижении температуры - в направлении экзотермической реакции.**

# Влияние концентрации на смещение равновесия

Равновесие сместится **ВПРАВО**,  
если:

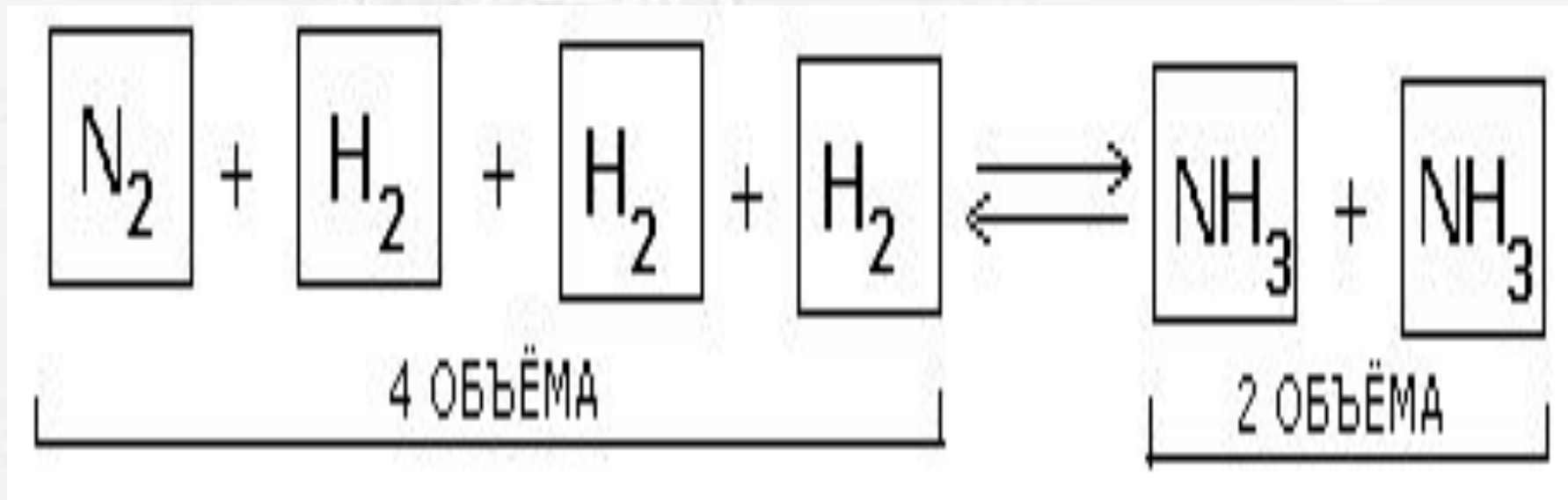
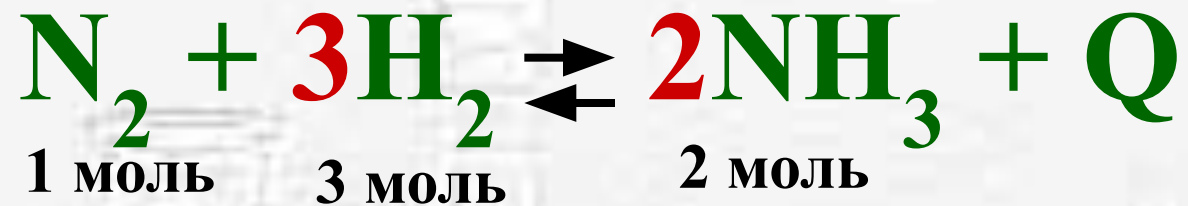
- **Увеличить концентрацию  
одного из реагирующих  
веществ**
- **Отводить из зоны реакции  
продукт**

# Влияние давления на смещение равновесия

- **Влияние давления на состояние равновесия проявляется только при наличии в системе газов !!!**

# Влияние давления на смещение равновесия

- При повышении давления равновесие сдвигается в направлении образования веществ (исходных или продуктов) с меньшим объемом;  
при понижении давления равновесие сдвигается в направлении образования веществ с большим объемом



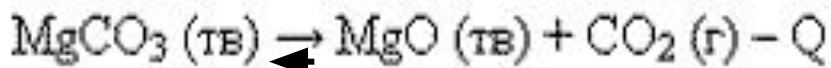
- При **повышении** давления равновесие сместится туда, где молей **меньше** (где **объемов меньше**)!!!





**Катализаторы не  
вливают на положение  
равновесия!**

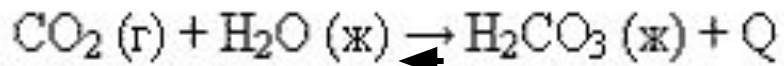
# В какую сторону сместится равновесие?



$t^\circ \downarrow$   $C_{\text{CO}_2} \downarrow$

$t^\circ \uparrow$   $C_{\text{CO}_2} \downarrow$

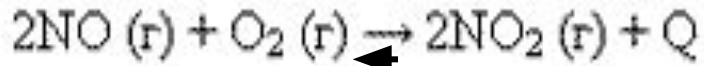
$t^\circ \uparrow$   $C_{\text{CO}_2} \uparrow$



$t^\circ \uparrow$   $C_{\text{CO}_2} \uparrow$

$t^\circ \downarrow$   $C_{\text{CO}_2} \uparrow$

$t^\circ \uparrow$   $C_{\text{CO}_2} \downarrow$



$p \uparrow$   $C_{\text{O}_2} \uparrow$   $t^\circ \downarrow$

$p \downarrow$   $C_{\text{O}_2} \uparrow$   $t^\circ \uparrow$

$p \uparrow$   $C_{\text{O}_2} \downarrow$   $t^\circ \uparrow$

**Концентрацию, каких веществ надо  
увеличить, чтобы сместить  
равновесие  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl} + Q$   
влево?**

**а) NO;**

**б) Cl<sub>2</sub>;**

**в) NOCl;**

**г) само сместится со временем.**