



ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

и способы его смещения

Химическое равновесие

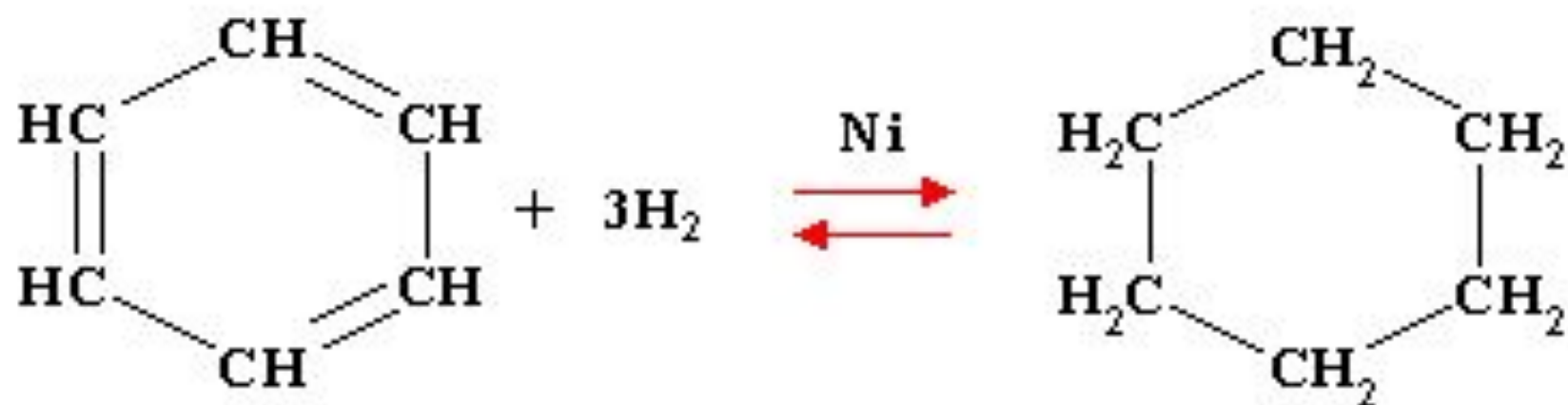
- Состояние равновесия характерно для обратимых химических реакций.
- **Обратимая реакция** - химическая реакция, которая при одних и тех же условиях может идти в прямом и в обратном направлениях.
- **Необратимой** называется реакция, которая идет практически до конца в одном направлении.

Необратимая реакция



Горение метана

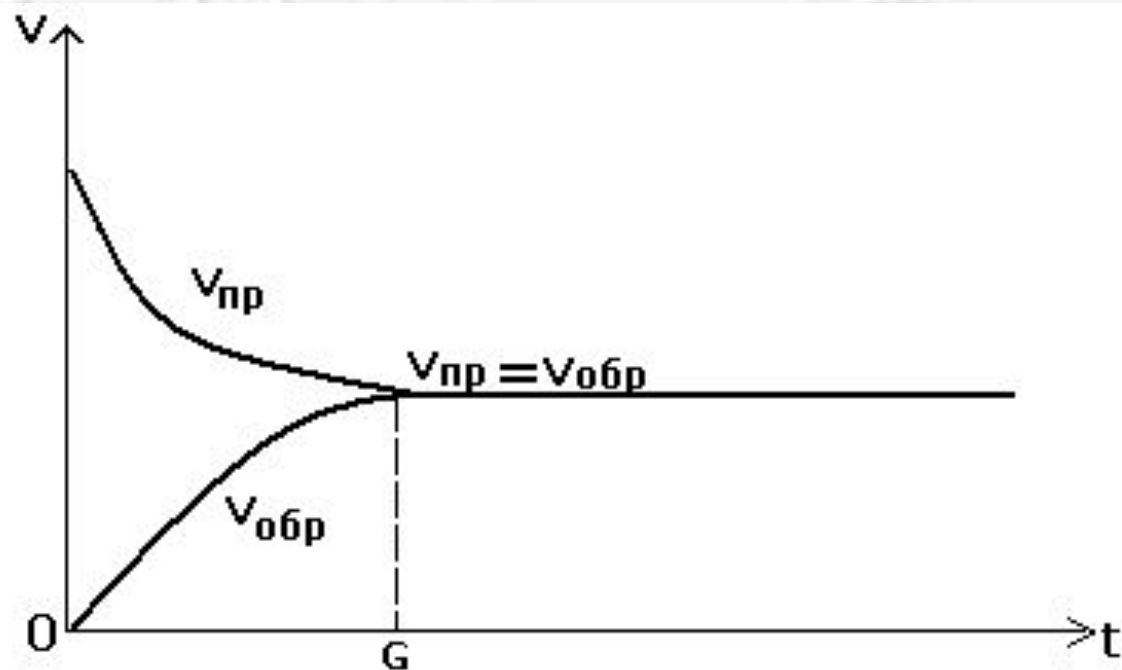
Обратимая реакция



Бензол

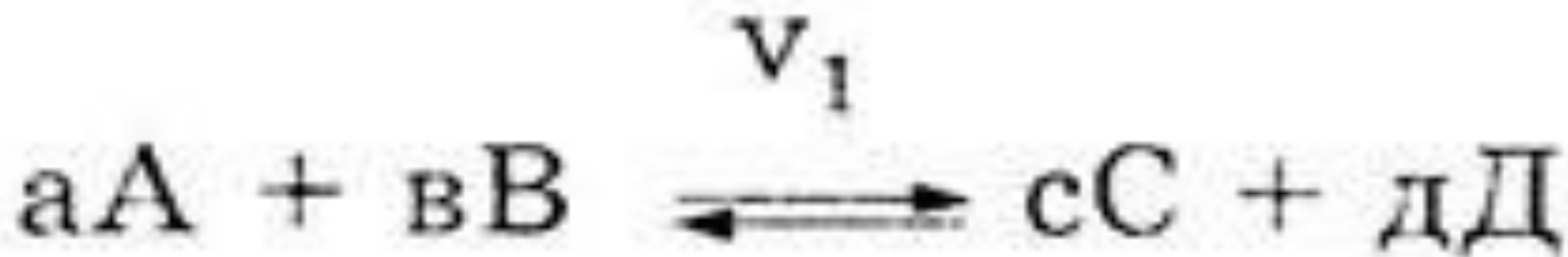
Циклогексан

- 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.



$$V_1 = V_2,$$

- **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

K_p:

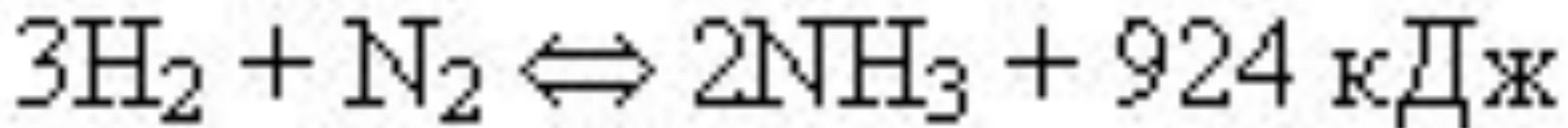
$$K_p = k_1 / k_2 = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

- Чем выше величина **K_p**, 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:

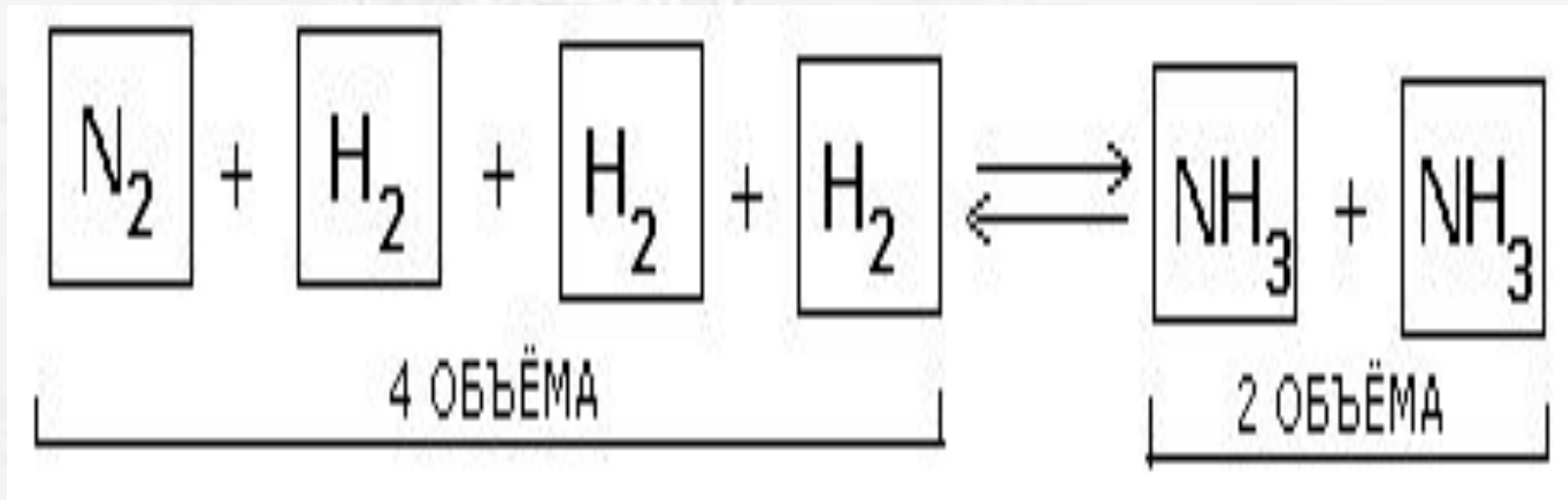
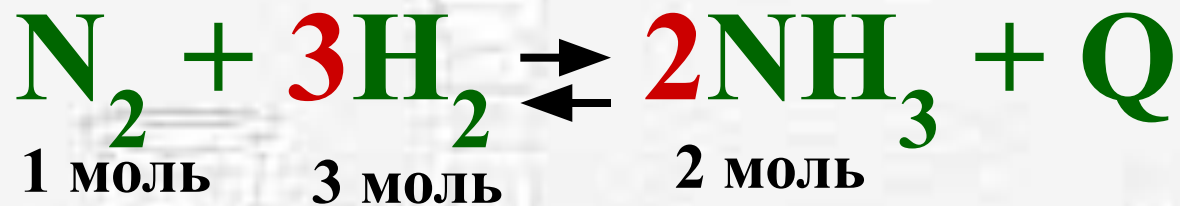
- **Увеличить концентрацию
одного из реагирующих
веществ**
- **Отводить из зоны реакции
продукт**

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

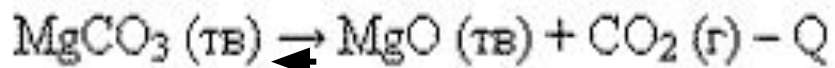


- При **повышении** давления равновесие сместится туда, где молей **меньше** (где **объемов меньше**)!!!



**Катализаторы не
влияют на положение
равновесия!**

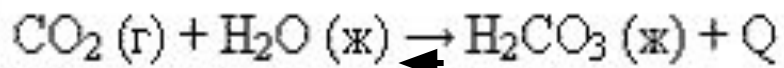
В какую сторону сместится равновесие?



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

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

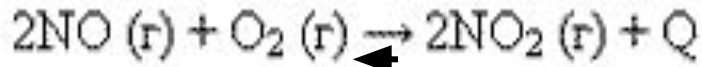
$t^\circ \uparrow$ $C_{\text{CO}_2} \uparrow$



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

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

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



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

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

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

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

а) NO;

б) Cl₂;

в) NOCl;

г) само сместится со временем.