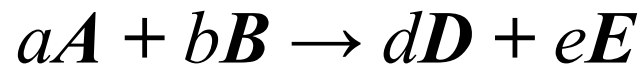


# ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Пример 1: обратимая гомогенная реакция



По закону действия масс:

$$v_{\rightarrow} = K_{\rightarrow} \cdot C^a(A) \cdot C^b(B)$$

$$v_{\leftarrow} = K_{\leftarrow} \cdot C^d(D) \cdot C^e(E)$$

В начальный момент времени *скорость прямой* реакции *максимальна*, а *скорость обратной* реакции равна *нулю*.

По мере протекания реакции исходные вещества *расходуются* и их *концентрации падают*, поэтому *скорость прямой реакции уменьшается*.

*Одновременно появляются продукты реакции, их концентрация растет, увеличивается и скорость обратной реакции.*

*Когда скорости прямой и обратной реакций становятся одинаковыми, наступает химическое равновесие:*

$$v_{\rightarrow} = v_{\leftarrow}$$

В состоянии химического равновесия концентрации всех веществ остаются постоянными и называются *равновесными* ( $[A]$ ,  $[B]$ ,  $[D]$ ,  $[E]$ ).

Химическое равновесие является *динамическим* (подвижным), процесс не прекращается, протекают и прямая и обратная реакции, но из-за равенства скоростей *изменений в системе не заметно.*

$$U_{\rightarrow} = U_{\leftarrow}$$

$$k_{\rightarrow} \cdot [A]^a \cdot [B]^b = k_{\leftarrow} \cdot [D]^d \cdot [E]^e$$

$$\frac{k_{\rightarrow}}{k_{\leftarrow}} = \frac{[D]^d \cdot [E]^e}{[A]^a \cdot [B]^b} = K_C$$

***$K_C$  - константа равновесия*** данной реакции, выраженная через концентрацию.

*При постоянной температуре  $K_c$  есть величина постоянная, характеризующая выход химической реакции:*

- $K_c \gg 1$  – реакция протекает с высоким выходом продуктов;*
- $K_c \ll 1$  – выход мал, в системе находятся в основном исходные вещества.*

Для гетерогенных процессов в выражение  $K_c$  входят концентрации только газообразных и жидких веществ:



$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

Величина константы равновесия зависит от природы реагирующих веществ, от температуры и не зависит от присутствия катализатора.

# Смещение химического равновесия.

## Принцип Ле Шателье.

Система может пребывать в состоянии равновесия до тех пор, пока внешние условия сохраняются постоянными.

Если условия изменятся, то скорости прямого и обратного процесса **изменятся неодинаково.**

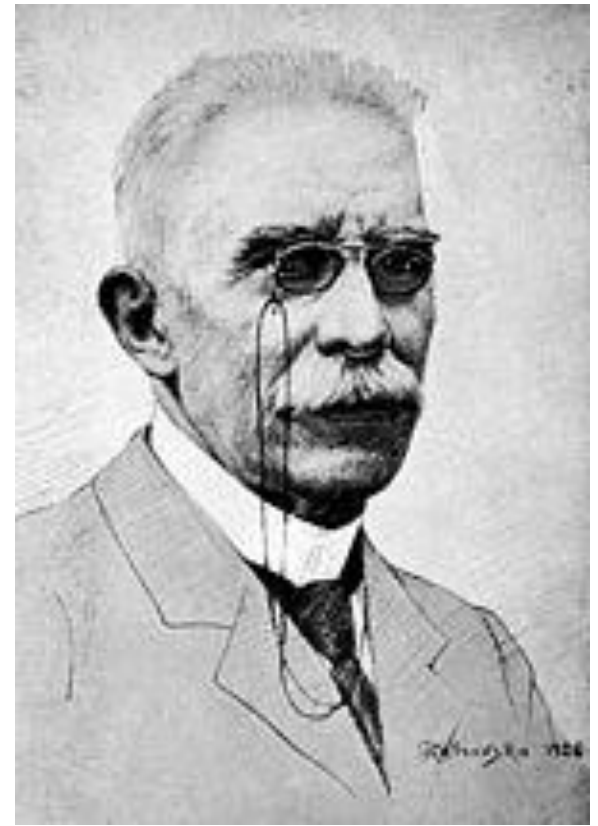


*Наибольшее влияние на нарушение равновесия оказывают:*

- *изменение концентрации одного из веществ;*
- *давление;*
- *температура.*

## *Принцип Ле Шателье:*

*Если на систему, находящуюся в равновесии, оказать какое-либо воздействие, то в результате протекающих в ней процессов, равновесие сместится в таком направлении, что оказанное воздействие уменьшится.*



*Анри Луи  
Ле Шателье  
(1850 -1936 гг)*

- *При повышении температуры равновесие хим.реакции смещается в сторону эндотермической реакции, а при уменьшении – в сторону экзотермического процесса.*
- *При увеличении концентрации одного из участников реакции равновесие смещается в сторону его расхода, а при уменьшении – в сторону его образования.*

- При увеличении давления равновесие смещается в сторону той реакции, при которой образуется меньшее число молей газообразных веществ, а при уменьшении – в сторону образования большего числа молей газообразных веществ. Изменение общего давления не влияет на равновесие реакций, протекающих без изменения числа молей газообразных веществ.

Пример: экзотермическая гомогенная реакция



- увеличим давление - равновесие  $\rightarrow$
- уменьшим температуру - равновесие  $\rightarrow$
- уменьшим концентрацию  $\text{O}_2$  - равновесие  $\leftarrow$