

# Смещение химического равновесия

## **При изменении внешних параметров химической системы:**

- концентрации реагентов;**
- давления;**
- температуры,**

*скорость прямой и обратной реакций могут меняться  
неодинаково.*

*Это приводит к изменению равновесных концентраций при  
сохранении величины константы равновесия.*

*Изменение равновесных концентраций –  
**смещение химического равновесия**  
(вправо – в сторону прямой реакции, или  
влево – в сторону обратной реакции)*

# Принцип Ле-Шателье – Брауна



Анри Луи Ле-Шателье

1850 -1936 гг.

*Если на систему, находящуюся в состоянии химического равновесия оказать внешнее воздействие, то равновесие смещается таким образом, чтобы уменьшить это воздействие.*

# Влияние концентраций веществ на состояние равновесия:

*Для гомогенной реакции в растворе:*



$$K_p = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3] \cdot [\text{KCl}]^3}{[\text{FeCl}_3] \cdot [\text{KSCN}]^3}$$

$[\text{KSCN}] \uparrow$  *равновесие*  $\rightarrow$  ,

$[\text{Fe}(\text{SCN})_3] \uparrow$ ,  $[\text{KCl}] \uparrow$ ,  $[\text{FeCl}_3] \downarrow$

*«Добавили – расходуется, убавили – восполняется»*



# *Влияние давления – объёма газовой системы*

*(твёрдые, жидкие – не меняют объём)*

*Повышение давления (уменьшение объёма) – в сторону уменьшения числа молекул газов,  
понижение давления (увеличение объёма) – в сторону увеличения числа молекул газов.*

*Для гомогенной реакции:*



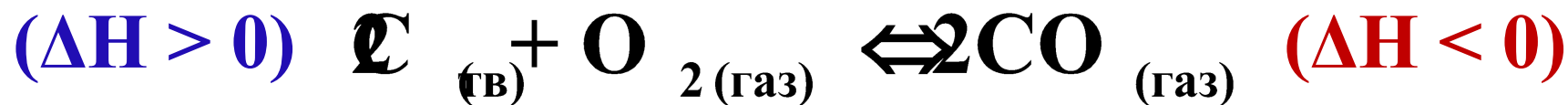
$\text{P} \uparrow$  ( $\text{V} \downarrow$ ) *равновесие*  $\rightarrow$

$\text{P} \downarrow$  ( $\text{V} \uparrow$ ) *равновесие*  $\leftarrow$

# *Влияние температуры*

*При повышении температуры – в сторону эндотермической реакции ( $-Q$ ,  $\Delta H > 0$ )*

*При понижении – в сторону экзотермической ( $+Q$ ,  $\Delta H < 0$ )*



$T \uparrow$       *равновесие*       $\leftarrow$

$T \downarrow$       *равновесие*       $\rightarrow$

# Тепловой эффект процесса (1)

*Тепловой эффект процесса* – теплота, выделенная или поглощенная термодинамической системой при протекании в ней процесса при условии, что данная система не совершает никакой работы, кроме работы расширения, а температура остается постоянной.

При постоянном объеме тепловой эффект равен изменению внутренней энергии системы  $\Delta U$ , при постоянном давлении – изменению энтальпии  $\Delta H$ .

Тепловой эффект  $\Delta H$  положительный для эндотермических процессов (рис. 2, а) и отрицательный для экзотермических (рис. 2, б).

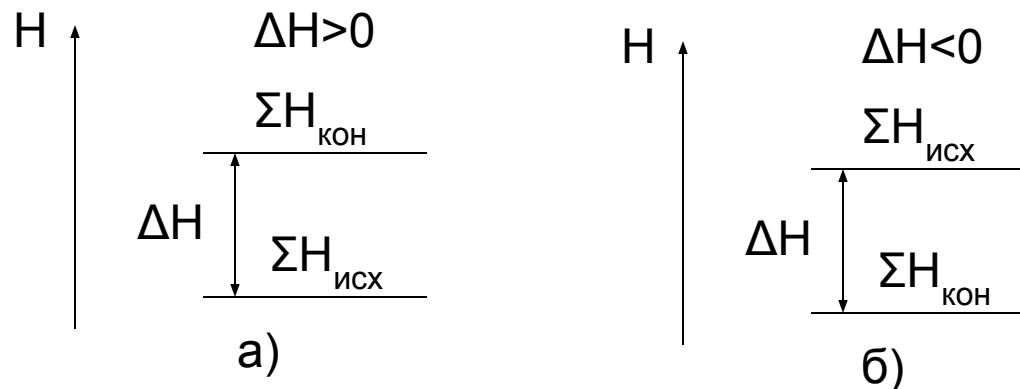


Рис. 2. Энтальпийная диаграмма для эндотермического (а) и экзотермического (б) процессов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Индексы *кон* и *исх* относятся соответственно к продуктам реакции и к исходным веществам.

## Тепловой эффект процесса (2)

В термодинамике тепловой эффект принято записывать в виде изменения энтальпии рядом с уравнением реакции:



Химические уравнения, в которых указан тепловой эффект реакции при постоянных давлении и температуре ( $\Delta H$  процесса), называют *термохимическими*.

В термохимических уравнениях допускаются дробные коэффициенты:

