

## Лекция №2

# ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Раздел химии, изучающий тепловые эффекты химических реакций - **термохимия**.

**Эндотермические реакции** протекают с поглощением тепла ( $Q < 0$ ; кДж).

**Экзотермические реакции** протекают с выделением тепла ( $Q > 0$ ; кДж).

*Химическая термодинамика* рассматривает приложение термодинамических законов и принципов к химическим процессам:

- *исследует энергетические ресурсы системы;*
- *позволяет рассчитать тепловые балансы реакций и тепловые эффекты образования различных веществ;*
- *позволяет определить направление протекания процессов;*
- *позволяет учесть влияние различных факторов на т/д вероятность протекания реакции.*

# Основные понятия химической термодинамики

*Термодинамическая система* -

изолированная часть пространства,  
содержащая совокупность тел или тело с  
большим числом частиц.

Объекты природы, не входящие в систему,  
называются *средой*.

Наиболее общими характеристиками системы являются  $m$  (масса вещества в системе) и внутренняя энергия системы  $E$ .

По характеру массо- и теплообмена со средой системы делятся на:

- *изолированные;*
- *закрытые;*
- *открытые.*

Изолированная - система, у которой отсутствует массо- и теплообмен со средой ( $\Delta m = 0, \Delta E = 0$ ).

Закрытая - система, которая обменивается со средой энергией, но не обменивается веществом ( $\Delta m = 0, \Delta E \neq 0$ ).

Открытая - система, которая может обмениваться со средой и веществом и энергией ( $\Delta m \neq 0, \Delta E \neq 0$ ).

По однородности различают *гомо-* и *гетерогенные* системы.

*Гомогенная* система состоит из одной фазы

*Гетерогенная* - из нескольких фаз.

*Фаза* – часть системы, отделённая от других её частей поверхностью раздела, при переходе через которую свойства изменяются скачком.

Под *состоянием* понимают совокупность свойств системы, позволяющих определить систему с точки зрения термодинамики.

Состояние системы называется *равновесным*, если все свойства остаются постоянными и в системе отсутствуют потоки вещества и энергии.

Если свойства остаются постоянными во времени, но имеются потоки вещества и энергии, состояние называется *стационарным*.

Если свойства системы меняются со временем, состояние называется *переходным*.

Количественно *состояния* различают с помощью *термодинамических параметров*, которые характеризуют систему в целом –  $T$ ,  $P$ ,  $V$  системы, общая масса системы, масса хим.компонентов  $m_k$ , концентрация этих компонентов  $C_k$ .

Переход системы из одного состояния в другое называется *процессом*.



*Самопроизвольные* процессы протекают без подвода энергии из вне.

*Не самопроизвольные* процессы протекают ТОЛЬКО ПОД ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ.

*Самопроизвольные* процессы могут быть *обратимыми* и *необратимыми*.

Процесс, при котором т/д система, претерпев ряд изменений, возвращается в исходное состояние, называется **круговым процессом** или **циклом**.

Процессы, протекающие в природе, могут быть **самопроизвольными** и **не самопроизвольными** (вынужденными).

**Самопроизвольные** процессы протекают без подвода энергии из вне.

**Не самопроизвольные** процессы протекают только под внешним воздействием.

Самопроизвольные процессы могут быть *обратимыми* и *необратимыми*.

*Обратимые* – процессы, допускающие возможность возвращения системы в первоначальное состояние без изменений в самой системе и среде.

*Необратимые* – процессы, протекание которых обязательно вызывает изменения в системе или среде.

Все т/д параметры системы делятся на:

1) *зависящие от пути перехода системы из начального состояния в конечное (A).*

2) *не зависящие от пути процесса (T)* – такие параметры называются ***функциями состояния системы.***

***Характеристическими*** – называются такие функции состояния, при помощи которых (или их производных) в явной форме могут быть выражены т/д свойства системы.

Наиболее широко в термодинамике используют 4 характеристические функции:

- *Внутренняя энергия  $U$ ;*
- *Энтальпия  $H$ ;*
- *Энтропия  $S$ ;*
- *Энергия Гиббса  $G$ .*

## Внутренняя энергия

Любая система, независимо от её состояния, обладает запасом внутренней энергии.

*Внутренняя энергия* включает в себя все виды энергии системы (энергию движения и взаимодействия молекул, атомов, ядер и др. частиц), кроме кинетической энергии движения системы, как целого, и потенциальной энергии её положения.

Абсолютные значения внутренней энергии не известны, измеряемой величиной является её изменение в процессе:

$$\Delta U = U_2 - U_1, \text{ где}$$

$U_2$  и  $U_1$  – внутренняя энергия системы в конечном и начальном состоянии;

$\Delta U$  – изменение внутренней энергии.

Для изолированной системы  $\Delta U = 0$ , для неизолированной  $\Delta U \neq 0$ .

Если в результате процесса система поглотила количество теплоты  $Q$  и совершила работу  $A$ , то изменение внутренней энергии определяется уравнением :

$$\Delta U = Q - A - \text{I закон термодинамики}$$

*В любом процессе приращение внутренней энергии равно количеству сообщенной ей тепловой энергии за вычетом количества работы, совершенной системой.*



Если в процессе не совершается никакой работы, в том числе работы расширения против внешнего давления, т.е. *если объём системы не изменяется ( $V=const$ )*, то:

$$\Delta U = Q_V$$

*Внутренняя энергия* - функция состояния, приращение которой равно теплоте, полученной системой в *изохорном процессе*.

*Внутренняя энергия* зависит от природы вещества, его количества, от условий его существования.

При одинаковых условиях — энергия прямопропорциональна количеству вещества.