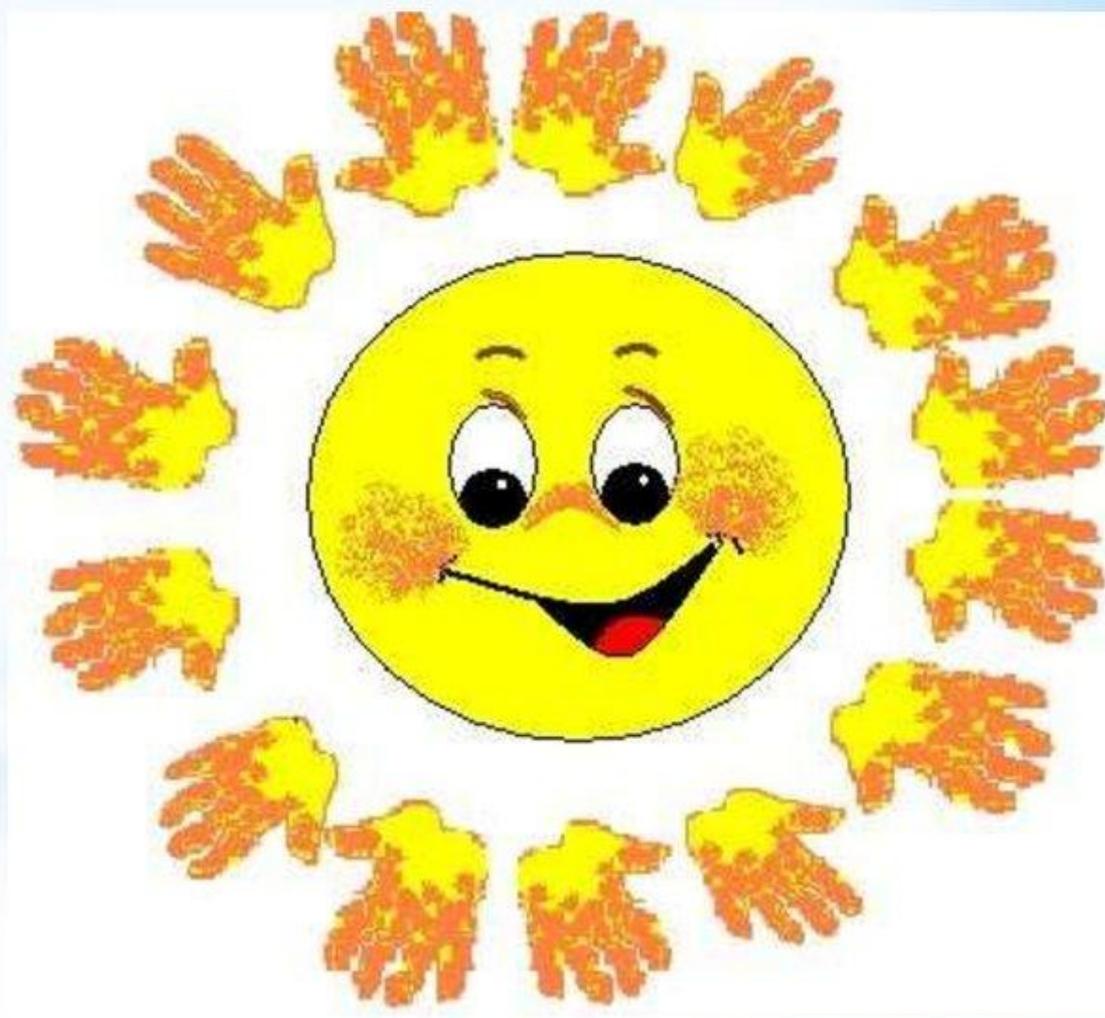


\*Здравствуйте!

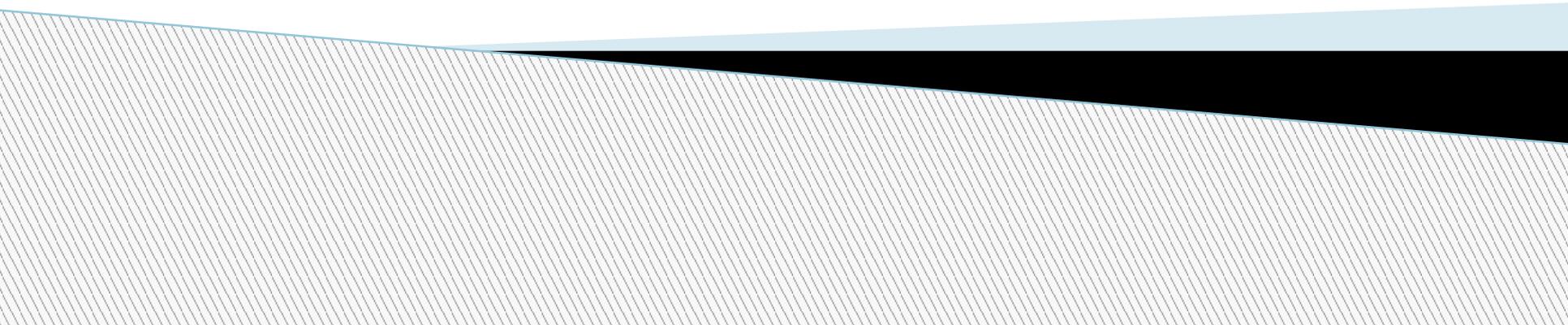


**Тема: Закон Гесса. Термохимические уравнения**

**Гр: 412.**

**Дата 15.10.2020**

**Преподаватель: Жаржанова Г.К.**



# ПЛАН ЛЕКЦИИ

- 1. Основные понятия термохимии.
  - 2. Закон Гесса и его следствия.
  - 3. Примеры и расчеты по термохимическим уравнениям.
  - 4. контрольные вопросы
- 

# Основные понятия термохимии

- **Термохимия** - раздел физической химии изучающий тепловые эффекты, сопровождающие химические и физикохимические процессы (химические реакции, фазовые переходы, образование и разбавление растворов, диссоциация молекул простых газообразных веществ на отдельные атомы, диссоциация ионных кристаллов на газообразные ионы, ионизация атомов в результате отрыва или присоединения к ним электронов.)

# Основные понятия термохимии

- ▣ **Химическая реакция** как термодинамический процесс, заключается в превращении одних веществ в другие, за счет изменения состава и (или) строения. Пусть в системе протекает реакция  $A + B = AB$ , тогда химическую реакцию как термодинамический процесс можно представить следующим образом:

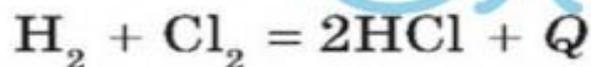
# Основные понятия термохимии

- Для физико-химических процессов действует закон сохранения массы, установленный М.В. Ломоносовым ( $m_1 = m_2$ ). /МАССА /  
Химические реакции могут быть как экзотермическими, если система выделяет теплоту во внешнюю среду, так и эндотермическими, если система поглощает теплоту из среды.

**Тепловой эффект химической реакции** — это количество теплоты ( $Q$ ), которое выделяется или поглощается в химической реакции.

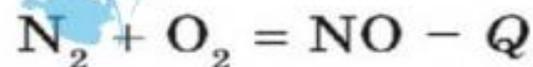
**Экзотермическая реакция**

тепло в реакции выделяется

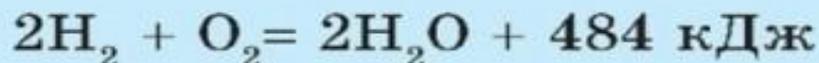


**Эндотермическая реакция**

тепло в реакции поглощается



**Термохимическое уравнение** — уравнение химической реакции, в котором указан тепловой эффект реакции:



- **Теплота реакции** - теплота, выделяемая или поглощаемая при химической реакции.
- **Тепловой эффект химической реакции ( $\Delta Q$ )** – энергия, которая поглощается или выделяется в химической реакции.

- ▣ Всякая система имеет некоторый запас энергии, определяемый имеющимися в ней веществами, их количеством, температурой и давлением. Эта энергия называется **внутренней энергией (U)**
- ▣ Теплота реакции равна изменению внутренней энергии, если система не совершает работу
- ▣ Если система совершает работу (изменяется объём системы), то теплота процесса (Q) равна не внутренней энергии, а **энтальпии (H)**

□  $H = U + pV$

□  $Q = \Delta H$

$H$  – энтальпия

$U$  – внутренняя энергия

$p$  - давление

$V$  – объём системы

Энтальпия – это сумма внутренней энергии и произведения давления на объём системы

▣  $\Delta_r H^\circ$  - стандартная теплота реакции – это теплота одного оборота реакции при стандартных условиях; она характеризует энергетическую производительность реакции и зависит от агрегатного состояния вещества.

▣ Для реакции  $N_2 + 3 H_2 = 2NH_3$

$$\Delta_r H^\circ = -92 \text{ кДж}$$

Это значит, что при превращении 1 моль азота и 3 моль водорода в 2 моль аммиака выделяется 92 кДж теплоты

# Термохимическое уравнение

- ▣ Это уравнение химической реакции, в котором указан **тепловой эффект реакции**



▣ **Зная энергию химических связей, можно по разности узнать тепловой эффект реакции**

▣ **Для реакции  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$  если известно, ЧТО:**

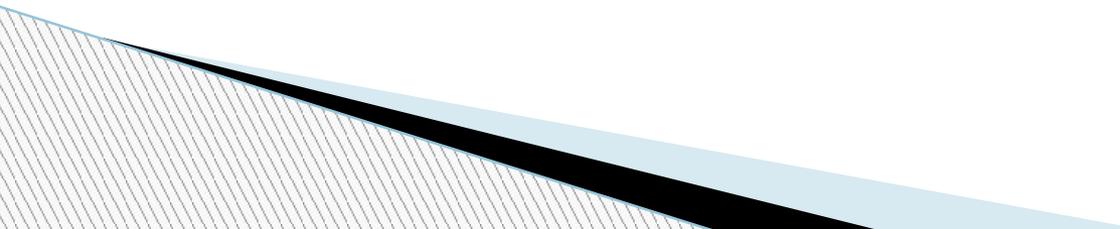
**$E(\text{H}-\text{Cl}) = 430$  кдж/моль**

**$E(\text{H}-\text{H}) = 436$  кдж/моль**

**$E(\text{Cl}-\text{Cl}) = 240$  кдж/моль**

**$\Delta Q = 2 \cdot 430 - (1 \cdot 436 + 1 \cdot 240) = 184$  кдж/моль,**

**следовательно данная реакция экзотермическая**

- **Теплота образования соединения ( $Q_{\text{обр.}}$ )**  
– это тепловой эффект реакции образования одного моль соединения из простых веществ, устойчивых в стандартных условиях
  - Большинство соединений трудно получить из простых веществ, в этом случае на помощь приходит **закон Гесса.**
- 

- ▣ **Тепловой эффект химической реакции равен сумме теплот образования всех продуктов реакции минус сумма теплот образования исходных веществ.**
- ▣  **$\Delta Q = \sum Q_{\text{обр.}} \text{ продуктов реакции} - \sum Q_{\text{обр.}} \text{ исходных веществ}$**

# Закон Гесса.

- Термодинамическая основа закона Гесса – независимость теплового эффекта химической реакции от способа её проведения.

$$Q_p = \Delta H$$

$$Q_v = \Delta U$$

- *Закон Гесса – следствие I начала термодинамики.*
- При постоянном давлении или объеме тепловой эффект химической реакции зависит только от вида и состояния исходных веществ и продуктов реакции, но не зависит от пути протекания процесса.

## 2. Закон Гесса и его следствия

- В 1836 г. профессор Петербургского горного института **Герман Иванович Гесс** установил основной закон термохимии, который является по сути следствием 1-го закона термодинамики. **Закон Гесса:** тепловой эффект физико-химического процесса не зависит от пути процесса, а определяется только начальным и конечным состоянием системы.

## Закон Гесса( 1836 )



**Тепловой эффект химической реакции при  $p, T = \text{const}$  ( $Q_p = \Delta H$ ) и при  $V, T = \text{const}$  ( $Q_v = \Delta U$ ) определяется только природой и состоянием исходных и конечных продуктов и не зависит от ее пути .**

Герман Иванович Гесс (1802-1850)-  
русский химик, академик Петербургский  
АН, врач по образованию,  
основоположник термохимии.

# Закон Гесса и его следствия

- ▣ **Закон Гесса** позволяет обращаться с термохимическими уравнениями, как с алгебраическими, т.е. складывать, вычитать, умножать и делить на целые и дробные числа, если только тепловые эффекты относятся к одинаковым условиям.  
Для термохимических расчетов чаще используют следствия из закона Гесса, которые позволяют определить тепловые эффекты многочисленных физикохимических процессов, не прибегая к измерениям.

## Пример: вычислить тепловой эффект реакции:

□  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ , если известно, что

$Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1670$  кдж/моль;

$Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 820$  кдж/моль; теплота образования простых веществ равна нулю

Решение:  $\Delta Q = Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1670$   
кдж/моль – 820 кдж/моль = 850 кдж/моль

**Q-ТЕПЛОТА ОБРАЗОВАНИЯ**

▣ **Решение**

▣  $\Delta Q = Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) \cdot 3 - Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) +$   
 $Q_{\text{обр}}(\text{CO}) \cdot 3 = 394 \cdot 3 - 820 + 110 \cdot 3 = \mathbf{32}$   
**кДж/моль**

# Контрольные вопросы

## ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

### Закончите фразы:

«Под тепловым эффектом химической реакции понимают...»

«Термохимическими называют уравнения реакций ...»

«Экзотермические реакции ...»

«Эндотермические реакции...»

# Контрольные вопросы

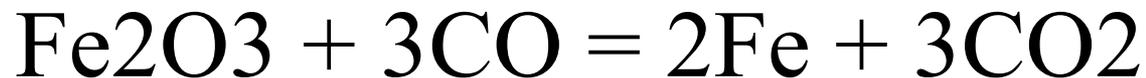
□ **Дайте определение:**

Закон Гесса, следствия из закона Гесса, теплоты образования и сгорания, термохимические

расчеты

Вычислите  
термохимические  
расчеты. /след  
слайд/

□ Вычислить тепловой эффект реакции:



Если:  $Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 820 \text{ кДж/моль}$

$Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) = 394 \text{ кДж/моль}$

$Q_{\text{обр}}(\text{CO}) = 110 \text{ кДж/моль}$

# Домашнее задание

- 1. Из нижеследующих химических реакций определите экзотермическую реакцию:
  - А)  $\text{Ca(OH)}_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} - 67 \text{ кДж}$  В)  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3 + 92 \text{ кДж}$
  - С)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 + 180 \text{ кДж} = 2\text{NO}$
  - D)  $2\text{HgO} + 180 \text{ кДж} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$  E)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 - 180 \text{ кДж}$
- 2. Из нижеследующих химических реакций определите эндотермическую реакцию:
  - А)  $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2 + 297 \text{ кДж}$
  - В)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 - 185 \text{ кДж} = 2\text{HCl}$  С)  $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5 + 3010 \text{ кДж}$
  - D)  $2\text{HgO} + 180 \text{ кДж} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$  E)  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3 + 92 \text{ кДж}$

**До свидания! Удачи!**

