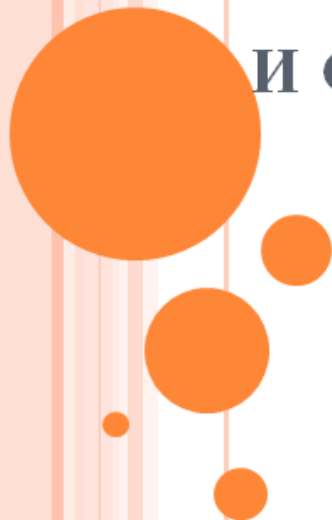


ХИМИЯ\_10 КЛАСС

**10.2А ВВЕДЕНИЕ В ТЕРМОДИНАМИКУ.  
ЗАКОН ГЕССА. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА  
ТЕМУ: "ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА ГЕССА  
И СЛЕДСТВИЙ ИЗ НЕГО"**

**Каргабаева Р.Ш**



*Учебная цель: 10.3.1.4 объяснять физический смысл закона Гесса и уметь использовать его для расчёта изменения энтальпии химических реакций*

*Цели урока:*

- Ознакомление с законом Гесса;*
- Применение закона и следствий из закона Гесса для решения задач;*



## **Критерии оценивания:**

- Учащиеся записывают математические выражения следствий из закона Гесса;*
- решают задачи, применяя следствия из закона Гесса;*



## ГЕСС ГЕРМАН ИВАНОВИЧ

Родился 26 июля (7 августа) 1802 в Женеве. Вместе с семьей переехал в Россию, где и прошла вся его жизнь. Занимался изучением химического состава и лечебного действия минеральных вод России, исследовал свойства каменной соли в залежах Иркутской губернии.

Мировую известность Гесс получил как основатель термохимии.



(1802–1850)



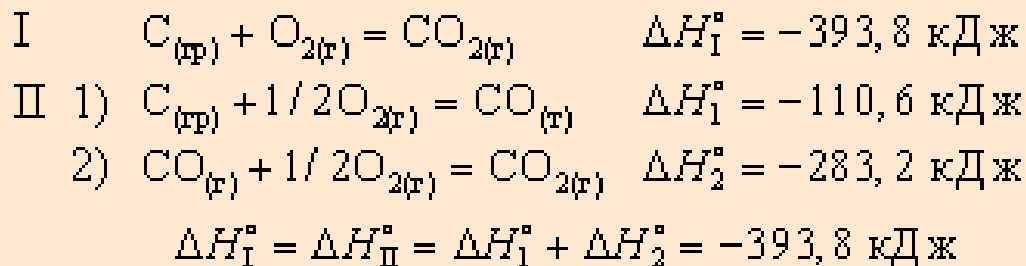
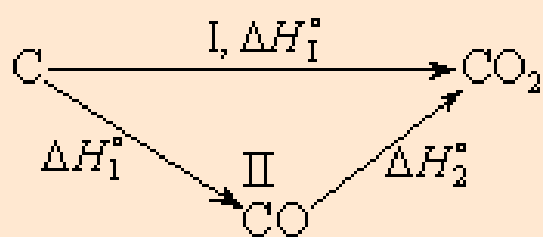
# ЗАКОН ГЕССА

1840 г

*Тепловой эффект химической реакции зависит только от начального и конечного состояния веществ и не зависит от промежуточных стадий процесса.*



# НАПРИМЕР



Оксид углерода (IV) можно получить прямым синтезом из простых веществ (I) или в две стадии через промежуточный продукт (II). Энтальпия первого пути равна сумме энтальпий отдельных стадий второго пути



## 1 СЛЕДСТВИЕ

*Энтальпия процесса равна сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом сумм теплот образования исходных веществ (с учетом коэффициентов)*

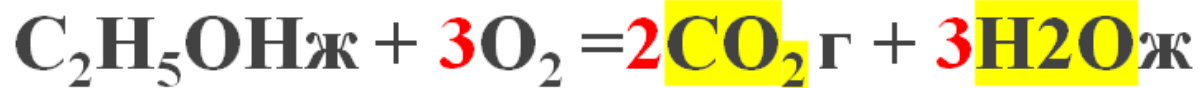
$$\Delta H_{\text{х.р.}} = \sum \Delta H_{\text{обр. прод.}} - \sum \Delta H_{\text{обр. исх.}}$$



**Используя справочные данные  
рассчитайте тепловой эффект  
реакции при стандартных условиях  
и укажите тип реакции.**







|                         |      |   |      |      |
|-------------------------|------|---|------|------|
| $\Delta H_{\text{обр}}$ | -277 | 0 | -394 | -286 |
| кДж\моль                |      |   |      |      |

$$\Delta H = 2\Delta H_{\text{обр}} \text{CO}_2 + 3\Delta H_{\text{обр}} \text{H}_2\text{O} - (\Delta H_{\text{обр}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\Delta H_{\text{обр}} \text{O}_2)$$

$$\Delta H = 2(-394) + 3(-286) - (-277) = -788 - 858 + 277 = -1646 + 277 = -1369 \text{ кДж}$$

$$Q = -\Delta H = 1369 \text{ кДж}$$

Реакция экзотермическая



## **ЗАДАНИЕ ДЛЯ ГРУПП:**

*ИСПОЛЬЗУЯ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ  
РАССЧИТАЙТЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ  
РЕАКЦИИ ПРИ СТАНДАРТНЫХ  
УСЛОВИЯХ И УКАЖИТЕ ТИП  
РЕАКЦИИ.*



$$\Delta_{\text{НОБР}}(\text{CH}_4) = -74.9 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_{\text{НОБР}}(\text{CH}_3\text{Cl}) = -81.97 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_{\text{НОБР}}(\text{HCl}) = -91.8 \text{ кДж/моль}$$



## Решение

$$\Delta H = \Delta H_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{Cl}) + \Delta H_{\text{обр}}(\text{HCl}) - \Delta H_{\text{обр}}(\text{CH}_4) - \Delta H_{\text{обр}}(\text{Cl}_2)$$

$$\Delta H = -81.97 + (-91.8) - (-74.9) - 0 = -81.97 - 91.8 + 74.9 = -98.87 \text{ кДж/моль}$$

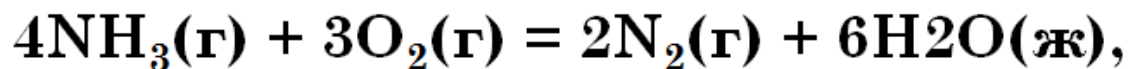
○  $Q = -\Delta H = 98.87 \text{ кДж/моль}$

○ Реакция экзотермическая



ЗАДАНИЕ ДЛЯ ГРУПП:

**Рассчитайте тепловой эффект реакции и запишите ТХУ:**



**если  $\Delta H_{0\text{обр}}$   $\text{NH}_3(\text{г})$  и  $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$  равны соответственно -286 и -46 кДж/моль**

$$\Delta H_0 = 6 \cdot (-286) - 4 \cdot (-46) = -1532 \text{ кДж.}$$



Ответ: в результате данной реакции выделится 1532 кДж.



## 2 СЛЕДСТВИЕ (ДЛЯ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ):

*Энтальпия процесса химической реакции равна сумме теплот сгорания исходных веществ за вычетом суммы теплот сгорания продуктов реакции (с учетом коэффициентов)*

$$\Delta H_{x.p.} = \sum \Delta H_{\text{сгор. исх}} - \sum \Delta H_{\text{сгор. конеч}}$$


**ИСПОЛЬЗУЯ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ТЕПЛОТ  
СГОРАНИЯ ВЕЩЕСТВ РАССЧИТАЙТЕ  
ЭНТАЛЬПИЮ ПРОЦЕССА РЕАКЦИИ  
БИОХИМИЧЕСКОГО БРОЖЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ  
ПРИ СТАНДАРТНЫХ УСЛОВИЯХ.**



$$\Delta H_{\text{СГОР}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = -2817,1$$

$$\Delta H_{\text{СГОР}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = -1366,9$$

$$\Delta H_{\text{СГОР}} \text{CO}_2 = 0$$





$\Delta H_{\text{сгор}}$

-2817,1

-1366,9

0

$$\Delta H = \Delta H_{\text{сгор}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 2\Delta H_{\text{сгор}}\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} - 2\Delta H_{\text{сгор}}\text{CO}_2$$

$$\Delta H = -2817,1 - 2(-1366,9) - 2(0) = -2817,1 + 2733,8 = -83,3$$

## **Задание для групп:**

**Используя справочные данные теплот сгорания веществ, рассчитайте энтальпию процесса реакции тримеризации ацетилена при стандартных условиях.**

актС

**$3 \text{ C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ , если теплоты сгорания ацетилена и бензола соответственно равны  $-1299.63$  и  $-3267.7$  кДж\моль**



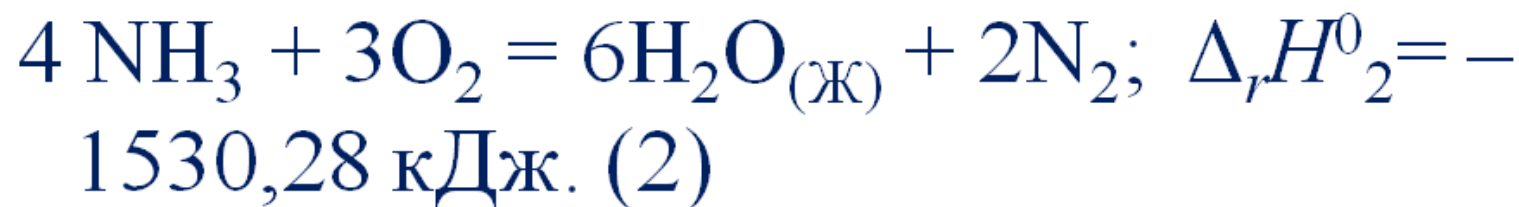
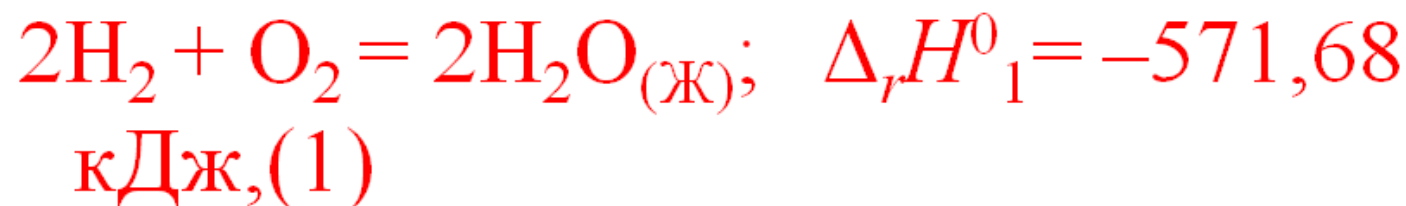


3 СЛЕДСТВИЕ:

*ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ  
РЕАКЦИЙ МОЖНО СКЛАДЫВАТЬ И  
ВЫЧИТАТЬ, УМНОЖАТЬ И ДЕЛИТЬ,  
ЗАПИСЫВАТЬ СПРАВА НАЛЕВО,  
НЕСМОТРЯ НА ПОДЧАС ПРАКТИЧЕСКУЮ  
НЕОСУЩЕСТВИМОСТЬ ОБРАТНЫХ  
РЕАКЦИЙ*



*Вычислите тепловой эффект образования  $\text{NH}_3$  из простых веществ при стандартном состоянии по тепловым эффектам реакций:*



*Из закона Гесса следует, что термохимические уравнения можно складывать, вычитать и умножать на численные множители. Воспользуемся этим выводом и скомбинируем уравнения (1) и (2) таким образом, чтобы получить искомое уравнение (3).*

| №<br><u>ур</u> | Уравнение  | Действия                            |
|----------------|--|-------------------------------------|
| 1              | $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}; \Delta H = -571,68 \text{ кДж},$  | <u>Умн</u> на 3                     |
| 2              | $4 \text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{N}_2; \Delta H = -1530,28 \text{ кДж}.$  | Отнимаем из измененного 1 <u>ур</u> |
| 3              | $1/2 \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2 = \text{NH}_3 \quad \Delta H = X$   |                                     |
| 1              | $6\text{H}_2 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)}; \Delta H = -1715.04 \text{ кДж},$  |                                     |
|                | $6\text{H}_2 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)}; \Delta H = -1715.04 \text{ кДж},$<br>$4 \text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{N}_2; \Delta H = -1530,28 \text{ кДж}.$<br>$6\text{H}_2 - 4 \text{NH}_3 = - 2\text{N}_2 \quad \Delta H = -184.76$<br>$6\text{H}_2 + 2\text{N}_2 = 4 \text{NH}_3$<br>$1/2 \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2 = \text{NH}_3 \quad \Delta H = -46.19$ | Делим на 4                          |



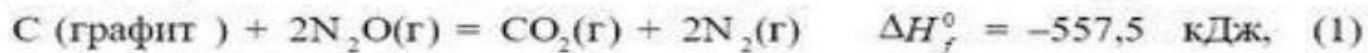
## *ВТОРОЙ ПУТЬ РЕШЕНИЯ*

| №<br>ур | Уравнение   | Действия                 |
|---------|---|--------------------------|
| 1       | $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}; \Delta H = -571,68 \text{ кДж}$  | <u>Умно</u> на 3         |
| 2       | $4 \text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{N}_2; \Delta H = -1530,28 \text{ кДж}$  |                          |
| 1<br>а  | $6\text{H}_2 + 3\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)}; \Delta H = 3 * (-571,68 \text{ кДж})$   | Складываем оба уравнения |
|         | $6\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2 + 3\text{O}_2 = 4 \text{NH}_3 + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$<br>$\Delta H = 1530,28 + 3 * (-571,68 \text{ кДж}) = -184,76$<br>$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2 = 4 \text{NH}_3$<br>$1/2 \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2 = \text{NH}_3 \quad \Delta H_{\text{обр}}(\text{NH}_3) = -46,19$ |                          |



**ЗАДАЧА 1 СТР 127 УЧЕБНИКА (учебник Химия 10кл часть 1 М.К.ОСПАНОВА К.С АУХАДИЕВА Т.Г.БЕЛОУСОВА) *СОДЕРЖИТ ОШИБКУ*, ПОЭТОМУ *ИСПРАВИВ ОШИБКУ*, ПОКАЗЫВАЕМ РЕШЕНИЕ, АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ДАННОМУ В УЧЕБНИКЕ**

Задача 1. Исходя из теплоты образования газообразного диоксида углерода ( $\Delta H_f^\circ = -393,5$  кДж/моль) и термохимического уравнения:



вычислить теплоту образования  $\text{N}_2(\text{г})$ .

Исходя из теплоты образования газообразного диоксида углерода ( $\Delta H(\text{CO}_2) = -393,5$  кДж/моль) и термохимического уравнения



Вычислить теплоту образования  $\text{N}_2\text{O}$

**Решение:**

Исходя из 1 следствия из закона Гесса

$$-557,5 = -393,5 + 0 - 0 - 2x$$

$$2x = 557,5 - 393,5 = 164$$

$$x = 82$$

$$\Delta H_{\text{обр}}(\text{N}_2\text{O}) = 82 \text{ кДж/моль}$$

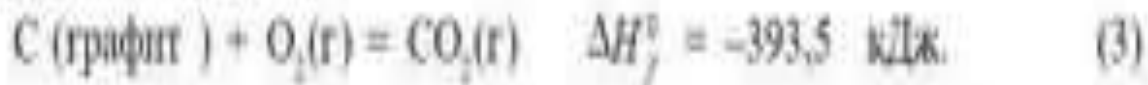


## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ 1, ДАННОЕ В УЧЕБНИКЕ

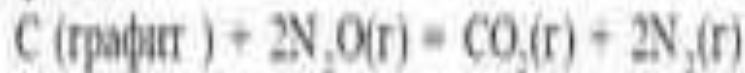
*Решение.* Обозначив искомую величину через  $x$ , запишем термохимическое уравнение образования  $N_2O(g)$  из простых веществ:



Запишем также термохимическое уравнение реакции образования  $CO_2(g)$  из простых веществ:



Из уравнений (2) и (3) можно получить уравнение (1). Для этого умножим уравнение (2) на два и вычтем найденное уравнение из (3). Получаем:



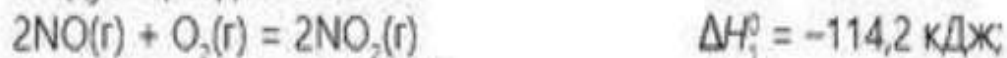
$$\Delta H_f^\circ = -557,5 \text{ кДж} = (-393,5 - 2x). \text{ Откуда } x = 82,0 \text{ кДж/моль.}$$

*Ответ:* 82,0 кДж/моль.



**ЗАДАЧИ ИЗ УЧЕБНИКА СТР 132 (УЧЕБНИК ХИМИЯ 10КЛ  
ЧАСТЬ 1 М.К.ОСПАНОВА К.С АУХАДИЕВА Т.Г.БЕЛОУСОВА)**

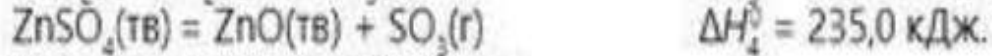
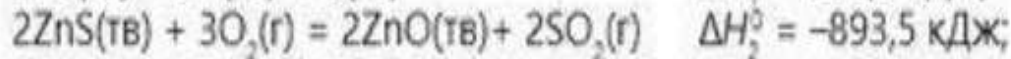
- 7. Рассчитайте энтальпию образования  $N_2O_5(g)$  при  $T = 298$  К на основании следующих данных:



- 8. Определите энтальпию образования диборана  $B_2H_6(g)$  при  $T = 298$  К из следующих данных:



- 9. Рассчитайте теплоту образования сульфата цинка из простых веществ при  $T = 298$  К на основании следующих данных:





# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ №7 СТР 132

## УЧЕБНИКА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

| <b>Метод решения по 1 следствию из закона Гесса</b>                            |  |
|--|--|
| 1. $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 \quad \Delta H = -114.2$            | 1. Исходя из уравнения (3) определяем $\Delta H(\text{NO}) = 182.6/2 = 91.3$<br>2. Используя рассчитанное нами $\Delta H(\text{NO})$ и подставляя его в уравнение (1) находим<br>$-114.2 = 2 \cdot Y - 2(91.3) \quad 2Y = 68.4 \quad \Delta H(\text{NO}_2) = 34.2$<br>3. Теперь используем найденное нами $\Delta H(\text{NO}_2)$ , подставляем в уравнение (2)<br>$-110.2 = 2X - 4 \cdot 34.2$<br>$2X = 136.8 - 110.2 = 26.6$<br>$X = 13.3 \quad \Delta H(\text{N}_2\text{O}_5) = 13.3$ |
| 2. $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{N}_2\text{O}_5 \quad \Delta H = -110.2$ |  |
| 3. $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO} \quad \Delta H = 182.6.$              |  |

| <b>Метод решения по 3 следствию из закона Гесса</b>                            |  |
|--|--|
| 1. $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 \quad \Delta H = -114.2$            | 1. Делим уравнение (2) на 2 (т.к. по условию нужно рассчитать теплоту образования $\text{N}_2\text{O}_5$ . которая рассчитывается на 1 моль)<br>$2\text{NO}_2 + 0.5\text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_5 \quad \Delta H = -55.1$<br>2. Затем складываем все уравнения и решаем<br>$2\text{NO} + \text{O}_2 + 2\text{NO}_2 + 0.5\text{O}_2 + \text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 + 2\text{NO} + \text{N}_2\text{O}_5$<br>$2\text{NO} + \text{O}_2 + 2\text{NO}_2 + 0.5\text{O}_2 + \text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 + 2\text{NO} + \text{N}_2\text{O}_5$<br>$\text{N}_2 + 2.5\text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_5$<br>$-114.2 + (-55.1) + 182.6. = 13.3$<br>$\Delta H(\text{N}_2\text{O}_5) = 13.3$ |
| 2. $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{N}_2\text{O}_5 \quad \Delta H = -110.2$ |  |
| 3. $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO} \quad \Delta H = 182.6.$              |  |



## **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**

*(учебник Химия 10кл часть 1  
М.К. Оспанова К.С. Аухадиева  
Т.Г.Белоусова)*

**Параграф 30,**

**Задачи № 1-10 ( с.132)7**

