



## Лекция 4-2

### «Термохимия. Расчетные задачи»

## **Термохимия**

- раздел химии, в котором изучаются тепловые эффекты реакции

**Тепловой эффект реакции** – количество теплоты, которое выделяется или поглощается в результате химической реакции

**Теплота** – количественная мера хаотического движения молекул в данной системе.

При изобарно-изотермическом процессе  $\Delta H$  характеризует энергетическое состояние системы

$$+Q_p = -\Delta H$$

экзотермический процесс

$$-Q_p = +\Delta H$$

эндотермический процесс

**Термохимическое уравнение – включает Q**



**Термодинамическое уравнение – включает  $\Delta H$**



## Закон Гесса

Тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояний реагирующих веществ, а не от числа стадий процесса.



Схема цикла, иллюстрирующего закон Гесса

## Следствия из закона Гесса:

1. Тепловой эффект реакции при стандартных условиях равен разности между суммой теплот образования продуктов реакции и суммой теплот образования исходных веществ, умноженных на соответствующие коэффициенты в реакции

$$\Delta H_{\text{реакции } 298} = \sum H_{\text{обр. (конечн.)}}^{\circ} - \sum H_{\text{обр. (исх.)}}^{\circ}$$

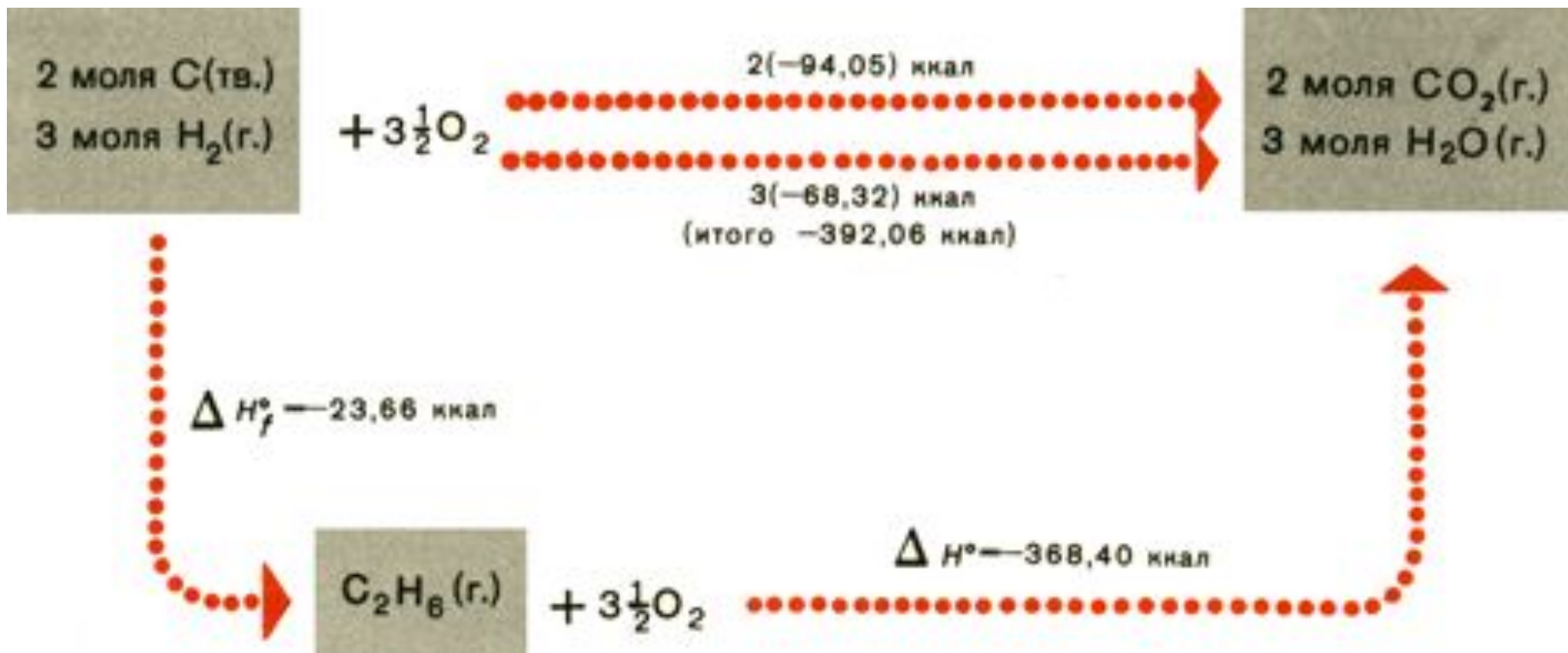


Схема цикла, иллюстрирующего применение закона Гесса для вычисления энтальпии образования этана C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>.

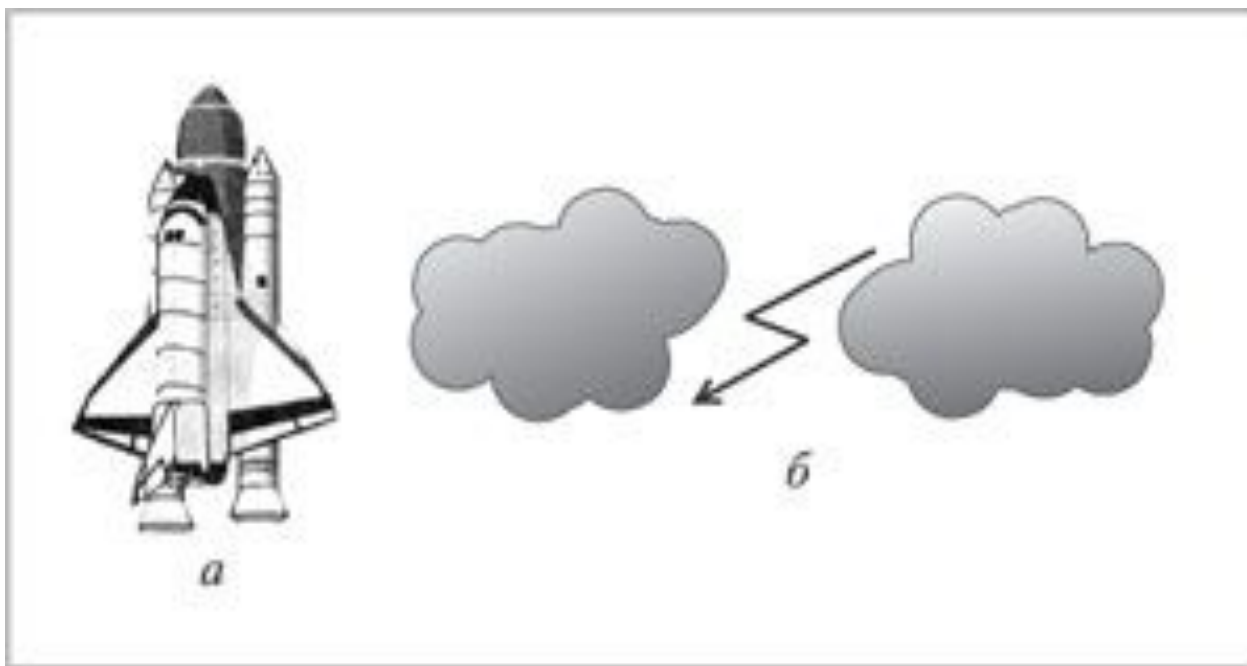


Подавляющее большинство органических соединений нельзя синтезировать непосредственно из простых веществ и одновременно определить теплоту образования этих соединений.

Поэтому за основу для расчета берут экспериментально легко определяемые теплоты (энтальпии) сгорания.

2. Тепловой эффект реакции при стандартных условиях равен разности между суммой теплот сгорания исходных веществ и суммой теплот сгорания продуктов реакции, умноженных на соответствующие стехиометрические коэффициенты:

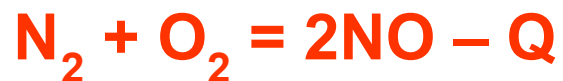
$$\Delta H_{\text{реакции } 298} = \sum H_{\text{сгор. (исх.)}}^{\circ} - \sum H_{\text{сгор. (конечн.)}}^{\circ}$$



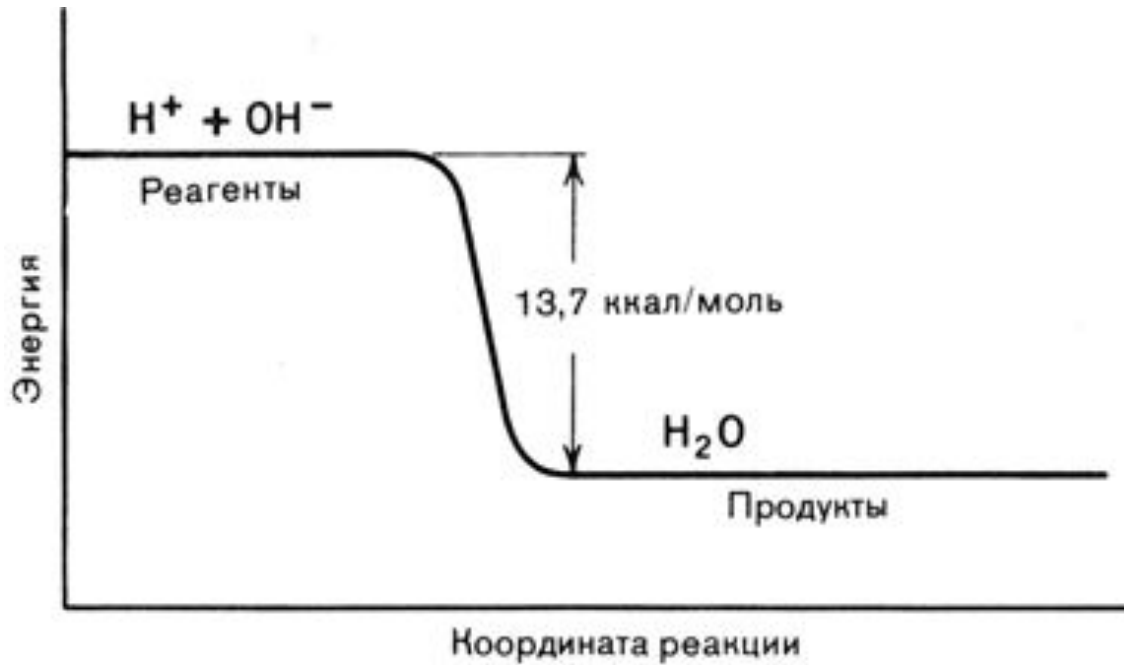
**Помним, что:**

**а) горение топлива – экзотермическая реакция.**

**б) образование оксида азота(II) в разряде молний – эндотермическая реакция :**



## Теплота нейтрализации



**Изменение энергии  
в экзотермической реакции нейтрализации**

**Окисление сернистого газа –**  
**2-я стадия в производстве серной кислоты**  
**(450°C – 500°C; катализатор V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>):**



**Промышленный способ получения аммиака**  
( $P=200$  атм;  $t^{\circ}= 400^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{kat} = \text{Fe} + \text{алюмосиликаты}$ )



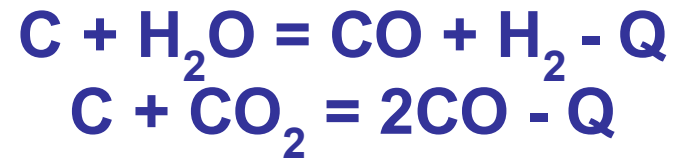
## Конверсия метана



## Газификация твердого топлива

Химический процесс газификации представляет собой сочетание химического процесса сжигания с некоторыми реакциями пиролиза.

Уголь, полученный в результате пиролиза, реагирует с паром или диоксидом углерода с образованием **«синтез-газа»**:



# Биоэнергетика

Человеческий организм, является открытой, стационарной термодинамической системой. Основным источником энергии для него является химическая энергия, заключенная в пищевых продуктах, которая расходуется на:

- ✓ совершение работы внутри организма, связанной с дыханием, кровообращением, перемещением метаболитов, секрецией соков ;
- ✓ нагревание вдыхаемого воздуха, потребляемой воды и пищи;
- ✓ покрытие потерь теплоты в окружающую среду при непосредственной радиации и испарении влаги с поверхности тела и с выдыхаемым воздухом и с продуктами жизнедеятельности;
- ✓ совершение внешней работы, связанной со всеми перемещениями человека и его трудовой деятельностью.



**Главными компонентами пищи являются:  
углеводы, жиры, белки**

**Калорийность составляет в среднем:**

**Углеводы: 16,5 -17,2 кДж/г (4,0 - 4,1 ккал/г)**

**Белки: 16,5 - 17,2 кДж/г (4 – 4.2 ккал/г)**

**Жиры: 37,7- 39,8 кДж/г (9,0 - 9,5 ккал/г).**

## Углеводы – $C_n H_{2n} O_n$

(сахар, хлеб, крупы, макаронные изделия)

В процессе усвоения углеводы расщепляются до моносахаридов, которые далее окисляются до  $CO_2$  и  $H_2O$ .

При правильном питании суточное потребление углеводов должно по массе в 4-5 раз превышать количество белков или жиров

## **Белки - основной строительный материал клеток (рыба, творог, сыр, говядина, крупы)**

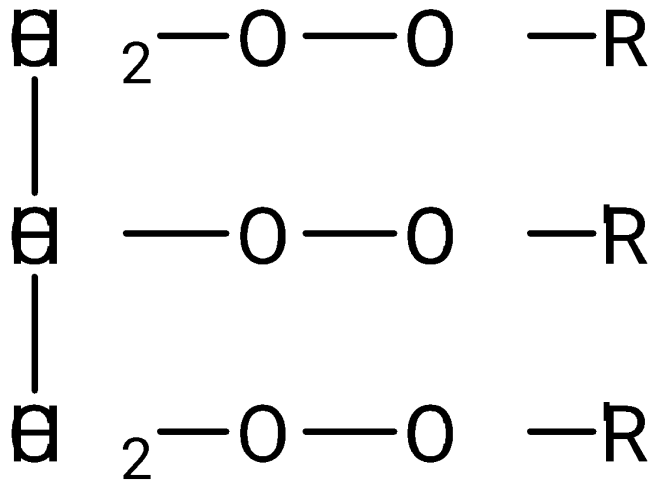
**Вещества, молекулы которых состоят из остатков  $\alpha$ -аминокислот, связанных в длинные цепи пептидными связями.**

**Конечными продуктами окисления являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , а также мочевина, аммонийные соли, мочевая кислота, аспарагин и некоторые другие, выводимые из организма с мочой и потом.**

**покрытие энергетических затрат - 15–20 %.**

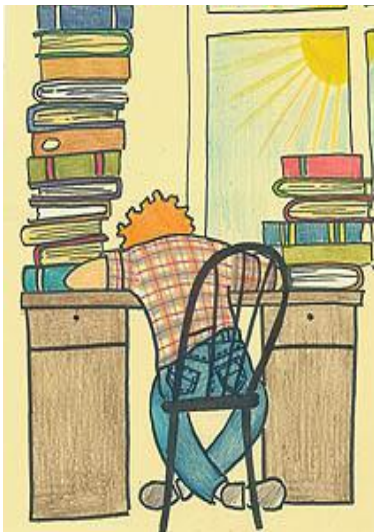
**Жиры** - сложные эфиры глицерина и жирных кислот.

(масло растительное и животное, яйцо, говядина)



где **R, R' и R''** — радикалы жирных кислот.  
наибольшее значение из которых имеют стеариновая  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ , пальмитиновая  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$  и олеиновая  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ .

Покрытие энергетических затрат - 20–25 %



# Тест 19

## Термохимия

(один вариант ответа)

**1. Реакция, сопровождающаяся  
выделением теплоты называется:**

- 1) обратимой
- 2) эндотермической
- 3) прямой
- 4) экзотермической

## **2. Реакция, сопровождающаяся поглощением теплоты называется:**

- 1) обратимой
- 2) эндотермической
- 3) прямой
- 4) экзотермической

### 3. Процесс

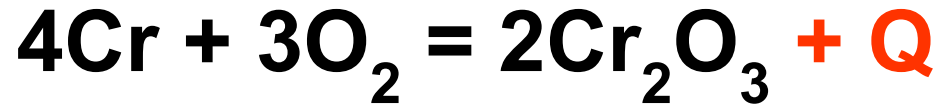


**называется:**

- 1) эндотермической реакцией соединения
- 2) экзотермической реакцией разложения
- 3) экзотермической реакцией соединения
- 4) эндотермической реакцией разложения



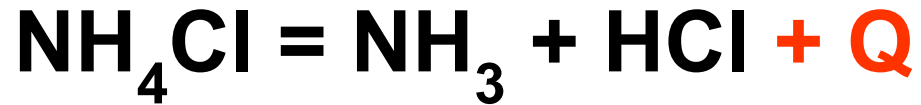
## 4. Процесс



**называется:**

- 1) эндотермической реакцией соединения
- 2) экзотермической реакцией разложения
- 3) экзотермической реакцией соединения
- 4) эндотермической реакцией разложения

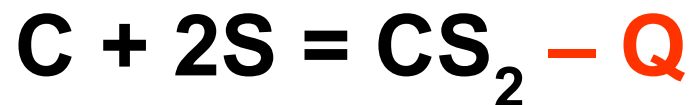
## 5. Процесс



**называется:**

- 1) эндотермической реакцией соединения
- 2) экзотермической реакцией разложения
- 3) экзотермической реакцией соединения
- 4) эндотермической реакцией разложения

## 6. Процесс



**называется:**

- 1) эндотермической реакцией соединения
- 2) экзотермической реакцией разложения
- 3) экзотермической реакцией соединения
- 4) эндотермической реакцией разложения

## 7. Процесс



**называется:**

- 1) экзотермической реакцией замещения
- 2) экзотермической реакцией обмена
- 3) эндотермической реакцией замещения
- 4) эндотермической реакцией обмена

## 8. Процесс



**называется:**

- 1) экзотермической реакцией замещения
- 2) экзотермической реакцией обмена
- 3) эндотермической реакцией замещения
- 4) эндотермической реакцией обмена

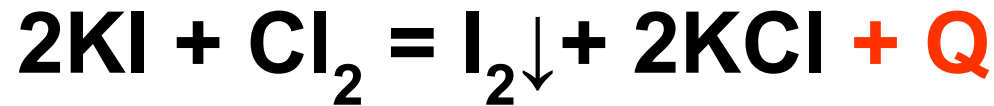
## 9. Процесс



**называется:**

- 1) экзотермической реакцией замещения
- 2) экзотермической реакцией обмена
- 3) эндотермической реакцией замещения
- 4) эндотермической реакцией обмена

## 10. Процесс



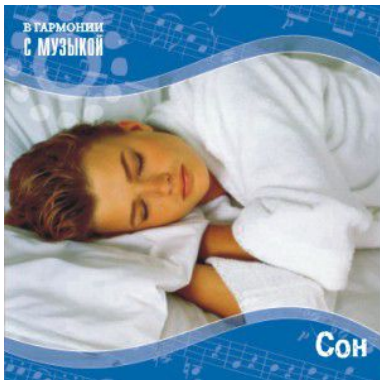
**называется:**

- 1) экзотермической реакцией замещения
- 2) экзотермической реакцией обмена
- 3) эндотермической реакцией замещения
- 4) эндотермической реакцией обмена

# 11. При протекании химической реакции теплота:

- 1) поглощается или выделяется
- 2) обязательно поглощается
- 3) обязательно выделяется
- 4) условие недостаточно для однозначного ответа

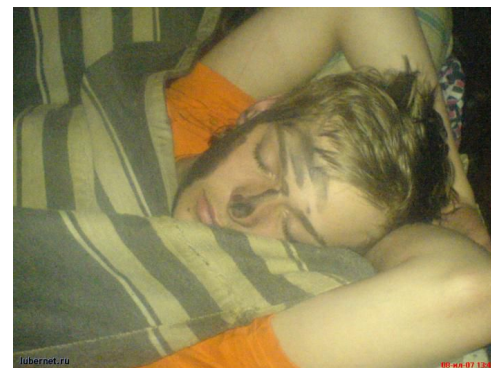


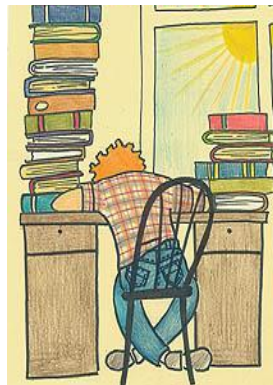


# Ответы

## Тест 19 Термохимия

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	2	4	3	2	1	3	4	2	1	4





# Тест 19а

## Термохимические уравнения. Расчет.

1. В соответствии с термохимическим уравнением



при образовании 12 моль углекислого газа:

- 1) выделяется 2800 кДж теплоты
- 2) поглощается 2800 кДж теплоты
- 3) выделяется 5600 кДж теплоты
- 4) поглощается 5600 кДж теплоты

2. В соответствии с термохимическим уравнением



при выделении 1400 кДж теплоты  
расход кислорода составит \_\_\_\_\_ л :

- 1) 22.4
- 2) 44.8
- 3) 67.2
- 4) 33.6

3. В соответствии с термохимическим уравнением



при сгорании 18 г глюкозы:

- 1) выделяется 280 кДж теплоты
- 2) поглощается 280 кДж теплоты
- 3) выделяется 560 кДж теплоты
- 4) поглощается 560 кДж теплоты

4. В соответствии с термохимическим уравнением



при образовании 36 г глюкозы:

- 1) выделяется 560 кДж теплоты
- 2) поглощается 560 кДж теплоты
- 3) выделяется 720 кДж теплоты
- 4) поглощается 720 кДж теплоты

5. В соответствии с термохимическим уравнением



при окислении 4 моль натрия в избытке хлора:

- 1) выделяется 411,3 кДж
- 2) поглощается 411,3 кДж
- 3) выделяется 822,6 кДж
- 4) поглощается 822,6 кДж

6. В соответствии с термохимическим уравнением

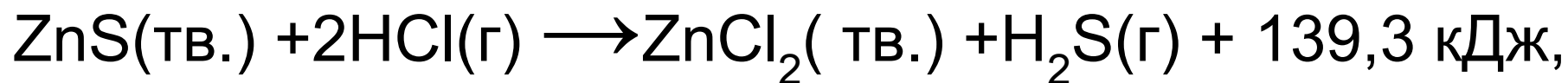


при выделении 822.6 кДж теплоты  
в реакцию вступит \_\_\_\_\_ л хлора:

- 1) 22.4
- 2) 44.8
- 3) 67.2
- 4) 33.6

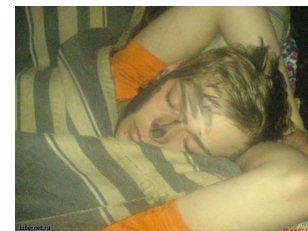
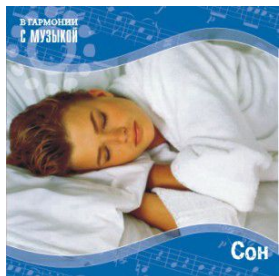


7. Согласно термохимическому уравнению



при образовании 0,5 моль ZnS в обратной реакции:

- 1) выделяется 69,65 кДж теплоты
- 2) поглощается 69,65 кДж теплоты
- 3) выделяется 139,3 кДж теплоты
- 4) поглощается 139,3 кДж теплоты



**8.Теплота образования 1 моль жидкой воды из простых веществ равна 284 кДж. Количество теплоты, выделяющейся при образовании 4,5 г воды, равно \_\_\_\_\_(кДж).**

**9.Теплота образования 1 моль  $\text{SO}_2$  (г) из простых веществ равна 297 кДж.**

**Количество теплоты, равное 891 кДж, выделяется при образовании  $\text{SO}_2$ , если в реакцию вступает \_\_\_\_\_ г серы.**

**10. Теплота образования 1 моль  $\text{SO}_2$  (г) из простых веществ равна 297 кДж.**

**Количество теплоты, равное 1485 кДж, выделяется при образовании  $\text{SO}_2$ , если в реакцию вступает \_\_\_\_\_ литров кислорода при нормальных условиях.**

**11. При соединении 12 г алюминия с кислородом выделяется 371,1 кДж теплоты. Теплота образования 1 моля оксида алюминия из простых веществ равна \_\_\_\_\_ кДж/моль. (Ответ запишите цифрами, с точностью до целых чисел.)**

# ОТВЕТЫ

## Тест 19 Термохимия

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>71</b>	<b>96</b>	<b>112</b>	<b>1670</b>



**Спасибо за внимание!**