

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ  
ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА ПО ХИМИИ С  
УКАЗАНИЕМ МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОГО КОЛИЧЕСТВА БАЛЛОВ  
ЗА КАЖДОЕ ЗАДАНИЕ И ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА МАКСИМАЛЬНО  
ВОЗМОЖНЫХ БАЛЛОВ ПО ИТОГАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ВСЕХ ЗАДАНИЙ

для жюри

1 тур

2023–2024

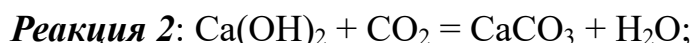
## Теоретический тур

### Девятый класс

#### Решение задачи 9-1 (автор: Зарипов А.А.)

Известковая вода  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  образует белые осадки в реакциях с газообразными  $\text{SO}_2$  и  $\text{CO}_2$ , образуя труднорастворимые  $\text{CaSO}_3$  и  $\text{CaCO}_3$  соответственно.

Поскольку продукт реакции не обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия, полученный осадок **C** –  $\text{CaCO}_3$ .



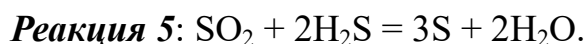
$$v(\text{CaCO}_3) = \frac{1.5 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0.015 \text{ моль} = v(\text{CO}_2);$$

Газ, являющийся основным компонентом воздуха – это азот, **D** –  $\text{N}_2$ .

$$v(\text{N}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{101.325 \cdot 0.771}{8.314 \cdot 313} = 0.03 \text{ моль};$$

Логично предположить, что желтый осадок **F** – сера ( $\text{S}$  или  $\text{S}_8$ ).

Газы, в состав которых входит сера – это  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ . Реагируя между собой, они образуют серу.

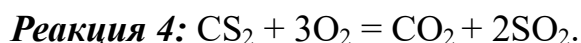


Определим молярную массу смеси газов, полученных при реакции гидролиза жидкости **A**.

$M(\text{смеси}) = 1.287 \cdot 29 = 37.323 \text{ г/моль}$ . Молярная масса  $\text{H}_2\text{S}$  равна  $34 \text{ г/моль}$ , значит в смеси есть газ с молярной массой больше  $37.323 \text{ г/моль}$ . Учитывая условие задачи, можно предположить, что это  $\text{CO}_2$ . Определим мольные доли газов в смеси.

$$37.323 = 34a + 44(1 - a), \text{ где } a \text{ – мольная доля } \text{H}_2\text{S};$$

Решая уравнение, получим  $a = 0.67 = 2/3$  – мольная доля  $\text{H}_2\text{S}$ , а мольная доля  $\text{CO}_2$  равна  $1/3$ . Тогда в жидкости **A** число атомов серы в 2 раза больше атомов углерода, что соответствует формуле  $\text{CS}_2$ .



Составим уравнение «лающей реакции». Как было установлено ранее,

ее продуктами являются S, CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>, причем количество N<sub>2</sub> (0.03 моль) в два раза больше количества CO<sub>2</sub> (0.015 моль). Один из реагентов – CS<sub>2</sub>, значит второй реагент (газ **B**) содержит азот и кислород. Все атомы кислорода перешли в CO<sub>2</sub>, а все атомы азота – в N<sub>2</sub>. Количество вещества атомов азота в молекуле N<sub>2</sub> равно 0.03·2 = 0.06 моль, а количество атомов кислорода в молекуле CO<sub>2</sub> равно 0.015·2=0.03 моль. Соотношение атомов азота и кислорода в газе **B** равно N:O=0.06:0.03=2:1. Значит газ **B** – N<sub>2</sub>O.

**Реакция 1:**



| A               | B                | C                 | D              | E               | F                       |
|-----------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| CS <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> O | CaCO <sub>3</sub> | N <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | S (или S <sub>8</sub> ) |

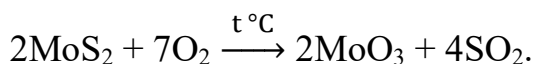
**Система оценивания:**

|                         |  |           |
|-------------------------|--|-----------|
| 1                       | Вещество <b>A</b> – 2 балла;<br>вещество <b>B</b> – 2 балла;<br>вещества <b>C – F</b> по 1.5 балла<br><i>если состав вещества не подтверждён необходимым расчётом, то 0 баллов</i> | 10 баллов |
| 2                       | Уравнения реакций <b>1 – 5</b> по 1 баллу<br>(отсутствие или неверные коэффициенты – 0.5 балла)  | 5 баллов  |
| <b>ИТОГО: 15 баллов</b> |  |           |

**Решение задачи 9-2 (авторы: Романов А.С.)**

1. Учитывая древнюю историю элемента **X** (его знали даже древние греки!), низкая температура плавления, компонент припоя получаем, что **X = Pb**. Известно, что свинец часто путали с оловом (не просто путали, а не различали), то **Y = Sn**. Исходя из греческого названия очевидно, что **Z = Mo**.

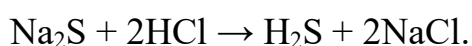
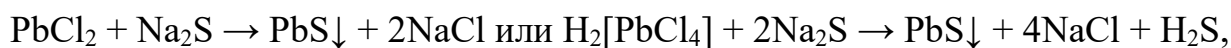
2. Почти всегда «блеском» называют сульфидные минералы, значит скорее всего свинцовый блеск **C = PbS**, молибденовый блеск **D = MoS<sub>2</sub>**. Единственный жёлтый оксид свинца – **A = PbO**. Олово встречается в виде минерала касситерита **B = SnO<sub>2</sub>**. Напишем уравнение сгорания сульфида молибдена(IV):



Таким образом **E = SO<sub>2</sub>**, что можно подтвердить расчётом молярной массы

с помощью плотности:  $M(\text{E}) = 22,4 \cdot 2,86 = 64$  г/моль.

3. Напишем уравнения реакций растворения припоя в соляной кислоте и реакции с сульфидом натрия:



При добавлении недостатка сульфида натрия среда в растворе будет кислой и будет наблюдаться выпадение осадка сульфида свинца, поскольку последний нерастворим в кислотах неокислителях.

Масса выпавших сульфидов составляет 1.231 г. Составим систему уравнений, принимая во внимание, что в исходной смеси  $m(\text{Pb}) = a$ ,  $m(\text{Sn}) = b$ :

$$\begin{cases} a + b = 1.000 \\ \frac{a}{207} \cdot 239 + \frac{b}{119} \cdot 151 = 1.231 \end{cases}$$

Решая систему, находим  $a \approx 1/3$ ,  $b \approx 2/3$ . Отсюда находим  $y = 2$ .

Расплавы с наименьшей температурой кристаллизации называются *эвтектическими*.

#### **Система оценивания:**

|    |   |                        |
|----|---|------------------------|
| 1. | Символы элементов X, Y, Z по 1 баллу.   | 3 балла                |
| 2. | Формулы веществ A – D и уравнение реакции сгорания по 1 баллу   | 5 баллов               |
| 3. | Уравнения реакций олова и свинца с соляной кислотой, уравнения реакций хлоридов металлов и сульфида натрия, а также реакция сульфида натрия с соляной кислотой – по 1 баллу.<br>Расчёт состава припоя – 1 балл.<br>Название расплавов – 1 балл. | 7 баллов               |
|    |   | <b>ИТОГО:15 баллов</b> |

### Решение задачи 9-3 (автор: Крысанов Н.С.)

Массы двух газообразных (при н.у.) простых веществ **E** и **A** отличаются в 8 раз. В этом случае молярная масса **E** может быть записана в виде  $8n$  г/моль. Под это условие отлично подходит кислород **E** –  $O_2$ , молярная масса которого составляет 32 г/моль. Тогда молярная масса соединения **A** окажется в 8 раз меньше и составит 4 г/моль, что свидетельствует о наличии в его составе лёгких атомов – гелия или водорода. Поскольку атомы элемента **A** входят в состав соединений **X-Z**, сделаем выбор в пользу водорода. Единственной разумной комбинацией с данной молярной массой является молекула, состоящая из двух атомов дейтерия, **A** –  $D_2$ . Существует лишь одно простое вещество, являющееся газом при н.у., молярная масса которого лежит в диапазоне от 4 г/моль до 32 г/моль, – это азот **D** –  $N_2$ . Тогда среди соединений **X-Z** могут быть дейтериевая (тяжёлая) вода  $D_2O$  и тридейтероаммиак  $ND_3$ . Обратим внимание, что они действительно обладают одинаковой молярной массой в 20 г/моль, что соответствует практически одинаковой плотности в газообразном состоянии при одинаковых условиях. Такой же молярной массой обладает и содержащий атомы дейтерия тетрадейтероуглерод  $CD_4$ , тогда одним из простых веществ **B-C** является углерод. Молярной массой в 20 г/моль также обладают  $HF$  и  $BT_3$ . Данные варианты при наличии логичного обоснования могут быть засчитаны как верные и оценены полным баллом.

Анализируя схему, представленную в условии задачи, можно предположить, что в состав вещества **Y**, помимо водорода, входит элемент, образующий твёрдое простое вещество **C**, вероятно, являющееся углеродом  $C - C$ . Значит, **Y** представляет собой тетрадейтероуглерод  $Y - CD_4$ . Он образуется при разложении карбида, образованного элементом **B**, с помощью соединения **X**. Разумно предположить, что среди тридейтероаммиака  $ND_3$  и дейтериевой воды  $D_2O$  на роль **X** лучше всего подходит именно тяжёлая вода  $X - D_2O$ , тогда по остаточному принципу **Z** представляет собой тридейтероаммиак  $Z - ND_3$ .

Дополнительным подтверждением этого факта может послужить стехиометрическое соотношение веществ **Y** и **Z**, образующихся из навесок **B**

одинаковой массы. Проверим наше предположение с помощью уравнений химических реакций, считая, что степень окисления элемента **A** равна  $+k$ :

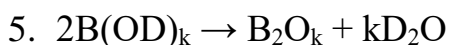
1.  $4B + kC \rightarrow B_4C_k$
2.  $3B + 0,5kN_2 \rightarrow B_3N_k$
3.  $B_4C_k + 4kD_2O \rightarrow 4B(OD)_k + nCD_k \uparrow$
4.  $B_3N_k + 3kD_2O \rightarrow 3B(OD)_k + nND_k \uparrow$

$$n(CD_4) = k \cdot n(B_4C_k) = \frac{k}{4} \cdot n(B),$$

$$n(ND_3) = k \cdot n(B_3N_k) = \frac{k}{3} \cdot n(B),$$

$$\frac{V(CD_4)}{V(ND_3)} = \frac{n(CD_4)}{n(ND_3)} = \frac{3}{4}.$$

Тогда вещество **I** представляет собой дейтероксид элемента **B**  $B(OD)_k$ , который при нагревании разлагается на оксид  $B_2O_k$  и дейтериевую воду согласно уравнению реакции:



По условию задачи  $\nu(B(OD)_k) = \nu(D_2O)$ , откуда  $k = 2$ . Тогда твёрдое простое вещество **B** образовано двухвалентным элементом с молярной массой меньше, чем у углерода, что соответствует бериллию **B** – Be.

|                                |          |                     |                  |                 |                   |
|--------------------------------|----------|---------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| <b>A</b>                       | <b>B</b> | <b>C</b>            | <b>D</b>         | <b>E</b>        | <b>F</b>          |
| D <sub>2</sub>                 | Be       | C                   | N <sub>2</sub>   | O <sub>2</sub>  | Be <sub>2</sub> C |
| <b>G</b>                       | <b>H</b> | <b>I</b>            | <b>X</b>         | <b>Y</b>        | <b>Z</b>          |
| Be <sub>3</sub> N <sub>2</sub> | BeO      | Be(OD) <sub>2</sub> | D <sub>2</sub> O | CD <sub>4</sub> | ND <sub>3</sub>   |

*Если участник расшифровал лишь часть представленной схемы, и предположенные им соединения не противоречат информации в условии задачи, можно оценить расшифрованные вещества полным баллом.*

**Система оценивания:**

|           |   |                         |
|-----------|---|-------------------------|
| <b>1.</b> | Определение химических формул соединений <b>A–I</b> , подтверждённое логическими рассуждениями по 1 баллу | <b>9 баллов</b>         |
| <b>2.</b> | Определение химических формул соединений <b>X–Z</b> , подтверждённое логическими рассуждениями по 2 балла | <b>6 баллов</b>         |
|           |   | <b>Итого: 15 баллов</b> |

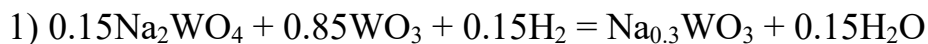
### Решение задачи 9-4 (автор: Серяков С.А.)

1. Выразим молярную массу  $\text{Na}_x\text{WO}_3$  и массовую долю натрия в нём:

$$M(\text{Na}_x\text{WO}_3) = 23 \cdot x + 184 + 3 \cdot 16 = 23x + 232 ;$$

$$\omega(\text{Na})/100\% = 23x/(23x + 232) = 0.0289, \text{ откуда } \underline{x = 0.3}.$$

Реакция, осуществленная Вёлером:



*Допустима запись уравнения с коэффициентами кратными приведенным.*

2. По условию растворение  $\text{A}^*$  в кислоте сопровождается только образованием двух солей, можно предположить, что в составе бинарного  $\text{A}^*$  содержится металл в двух различных степенях окисления, тогда при растворении в кислоте образуются соли **В** и **Г** состоящие из аниона кислоты **У** и металла в соответствующих степенях окисления.

Пусть  $\text{В} = \text{MZ}_m$ ,  $\text{Г} = \text{MZ}_n$ , причем  $m > n$  судя по тому что массовая доля **М** в **Г** больше. Выразим массовые доли **М** в составе солей:

$$\omega(\text{В})/100\% = M(\text{М})/(M(\text{М}) + m \cdot M(\text{Z})), \text{ откуда}$$

$$m \cdot M(\text{Z}) = M(\text{М}) \cdot (100\% / \omega(\text{В}) - 1) = 2.571 \cdot M(\text{М}),$$

аналогично для **Г**:

$$n \cdot M(\text{Z}) = M(\text{М}) \cdot (100\% / \omega(\text{Г}) - 1) = 1.717 \cdot M(\text{М}).$$

Откуда  $m/n = 1.5$ . Либо **М** проявляет степени окисления +3 в **В** и +2 в **Г**, либо +6 в **В** и +4 в **Г**. Предпочтительнее выглядит первый вариант, поскольку соединения металлов в высоких степенях окисления не склонны растворяться в кислотах. Достаточно взглянуть в таблицу растворимости, чтобы очертить круг металлов, проявляющих устойчивые степени окисления +2 и +3 в растворимых солях – это железо и хром. Упоминание **А** в школьных пособиях ограничивает рассмотрение V, Mn, Ni, Co, для которых степени окисления +2 и +3 также характерны, но либо соединения не изучают в школе (V), либо имеются сомнения в устойчивости водного раствора, содержащего  $\text{M}^{3+}$  (Mn, Ni, Co).

Для хрома  $M(\text{Z}) = 0.857 \cdot M(\text{Cr}) = 44.56$  г/моль для одновалентного аниона, 89 г/моль для двухвалентного и 133.7 г/моль для трехвалентного.

Для железа  $M(\mathbf{Z}) = 0.857 \cdot M(\text{Fe}) = 48$  г/моль для одновалентного аниона, **96 г/моль** для двухвалентного и 144 г/моль для трехвалентного.

Среди анионов распространенных кислот подходит сульфат-анион,  $\mathbf{Y} = \text{H}_2\text{SO}_4$ . Следовательно соли **В** и **Г** это  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{FeSO}_4$ , соответственно. Выйти на эти формулы можно, вспомнив что один из оксидов железа красного цвета, а старинный способ получения серной кислоты – прокаливание купоросов. В этом случае достаточно будет подтвердить свой выбор по массовой доле металла в соли.

При растворении  $\mathbf{A}^*$  в кислоте  $\mathbf{Y}$  других веществ кроме солей **В** и **Г** не указано, следовательно  $\mathbf{A}^*$  оксид железа, содержащий одновременно  $\text{Fe}^{+2}$  и  $\text{Fe}^{+3}$ . По условию формульная единица  $\mathbf{A}^*$  содержит лишь один атом кислорода, в таком случае  $\mathbf{A}^* = \text{Fe}_y\text{O}$ . Составим уравнение его растворения в кислоте:



по условию  $(3y - 2)/(1 - y) = 7$ , откуда  $y = \underline{\underline{0.9}}$ .

Формула нестехиометрического оксида  $\mathbf{A}^* = \text{Fe}_{0.9}\text{O}$ , значит  $\mathbf{A} = \text{FeO}$ . Соль **Б** в таком случае содержит двухвалентное железо, а ее кислородсодержащий анион разлагается при нагревании с выделением летучего газа (либо других веществ, не загрязняющих твердый целевой продукт).

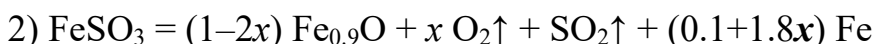
$$\omega(\text{Fe})/100\% = 56k/(56k + 2 \cdot M(\mathbf{Z})) = 0.412,$$

для соли  $\text{Fe}_k\mathbf{Z}_2$ . Для  $k$ -валентного аниона  $\mathbf{Z}$  получим  $M(\mathbf{Z}) = 40k$ , откуда при  $k = 2$  подходит сульфит-ион, таким образом  $\mathbf{B} = \text{FeSO}_3$ . Разложение соли **Б** при  $475^\circ\text{C}$  сопровождается выделением не только  $\text{SO}_2$ , но и кислорода, поскольку происходит повышение степени окисления железа при образовании  $\mathbf{A}^*$ . По этой причине имеет место зависимость состава  $\mathbf{A}^*$  от давления  $\mathbf{X} = \text{O}_2$ . Кристаллогидрат железного купороса имеет состав  $\mathbf{D} = \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и доступен из отходов металлообработки, а при его разложении получают красящий пигмент  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \mathbf{E}$ .  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  также выступает в роли катализатора окисления  $\text{SO}_2$  до  $\text{SO}_3$  и способствует появлению серной кислоты среди продуктов разложения  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  на воздухе.

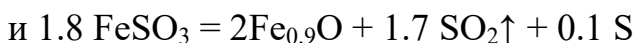
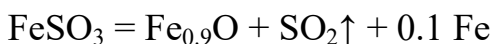


| А   | А*                  | Б                 | В   | Г                 | Д                                    | Е                              | Х                               | У                              |
|-----|---------------------|-------------------|---|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| FeO | Fe <sub>0.9</sub> O | FeSO <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | FeSO <sub>4</sub> | FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | O <sub>2</sub> /SO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |

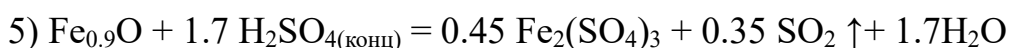
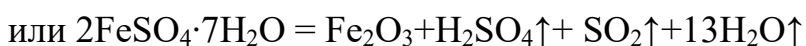
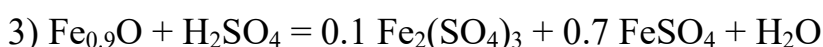
**Уравнения реакций:**



Уравнение записанное в таком виде трудно ожидать от школьников, поэтому в качестве правильного ответа можно засчитывать:



в этом случае в качестве газа **Х** за верный ответ можно считать **Х = SO<sub>2</sub>**



*Верными считать уравнения с участием Fe<sub>0.9</sub>O, в которых коэффициенты будут кратны приведенным.*

**3.** Не указанный в условии оксид железа стехиометрического состава это Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> = Fe<sub>0.75</sub>O, пусть на 1 моль FeO в твердом растворе Fe<sub>0.9</sub>O приходится **b** моль Fe<sub>0.75</sub>O. Индекс железа в смеси составит  $(1 + 0.75b)/(1 + b) = 0.9$ , откуда **b = 2/3** моль Fe<sub>0.75</sub>O. Выразим его массовую долю FeO в **А\***:

$$\omega(\text{FeO}) = \frac{M(\text{FeO}) \cdot 1 \cdot 100\%}{M(\text{FeO}) \cdot 1 + M(\text{Fe}_{0.75}\text{O}) \cdot b} = \underline{\underline{65.06\%}},$$

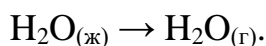
$$\text{значит } \omega(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 100\% - \omega(\text{FeO}) = \underline{\underline{34.94\%}}.$$

**Система оценивания:**

|                         |  |                  |
|-------------------------|--|------------------|
| <b>1</b>                | Значение <b>x = 0.3</b> – 1 балл<br>уравнение реакции получения – 1 балл                             | <b>2 балла</b>   |
| <b>2</b>                | Вещества <b>А, Б, В, Г, Д, Е, Х, У</b> по 1 баллу<br>Уравнения реакций 2 – 5 по 1 баллу              | <b>12 баллов</b> |
| <b>3</b>                | Массовая доля FeO ≈ 65% либо Fe <sub>0.75</sub> O / Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ≈ 35% в <b>А*</b> | <b>1 балл</b>    |
| <b>ИТОГО: 15 баллов</b> |  |                  |

### Решение задачи 9-5 (автор: Болматенков Д. Н.)

1. Процесс испарения воды можно описать реакцией:



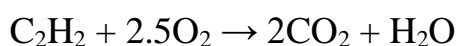
Согласно закону Гесса, теплота этой реакции может быть найдена как полуразность теплот реакций 2 и 1:  $Q_{\text{исп.}}(\text{H}_2\text{O}) = (802 - 890)/2 = -44$  кДж/моль. Полученная теплота отрицательна, так как процесс испарения воды эндотермичен.

*Примечание:* знак теплоты испарения воды отличается от принятого в школьной программе по физике вследствие выбора разных систем отсчёта.

2. Так как разница в теплотах обусловлена испарением воды, необходимо подобрать горючие вещества, при сгорании которых не образуется воды. Примеры:  $\text{CS}_2$ , S, C, Al,  $\text{C}_2\text{N}_2$ . Обязательными условиями являются горючесть и отсутствие воды в продуктах реакции.

*Примечание:* в общем случае различия между минимальной и максимальной теплотой сгорания могут быть обусловлены не только агрегатным состоянием воды, однако при ответе на вопрос необходимо опираться на информацию, приведённую в условии задачи.

3. Реакция сгорания 1 моль ацетилена выглядит следующим образом:

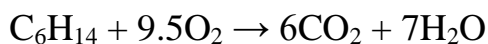


Вычислим тепловой эффект этой реакции, используя следствие из закона Гесса и приведённые в условии данные:

$$\begin{aligned} Q_{\text{сг.}}(\text{C}_2\text{H}_2) &= Q_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{O}) + 2Q_{\text{обр.}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{обр.}}(\text{C}_2\text{H}_2) = 286 + 396 \cdot 2 - (-227) = \\ &= 1305 \text{ кДж/моль.} \end{aligned}$$

Поскольку в условии приведена теплота образования жидкой воды, полученное значение – высшая теплота сгорания. Поскольку в реакции сгорания образуется 1 моль воды, низшая теплота сгорания будет на 44 кДж/моль меньше и составит  $1305 - 44 = 1261$  кДж/моль.

4. Уравнение реакции сгорания 1 моль гексана имеет следующий вид:

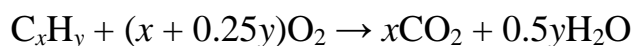


В реакции сгорания образуется 7 моль воды, то есть высшая теплота сгорания будет больше низшей на  $7 \cdot 44 = 308$  кДж/моль. Это составляет 7.9 % от низшей теплоты сгорания, откуда

$$Q_{\text{сг.}}^{\text{низш.}}(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 308 / 0.079 = 3900 \text{ кДж/моль.}$$

Тогда высшая теплота сгорания равна  $3900 + 308 = 4208$  кДж/моль.

5. Запишем в общем виде реакцию сгорания  $\text{C}_x\text{H}_y$ :



Обратим внимание, что приведённые в условии теплоты – удельные. Мольная теплота этой реакции равна  $46.91 \cdot M$ , если образуется жидкая вода, и  $44.32 \cdot M$ , если образуется газообразная вода ( $M$  – молярная масса соединения, равная  $12x + y$ ). Разница между этими теплотами, равная  $2.59 \cdot M$ , соответствует теплоте испарения воды, умноженной на коэффициент  $0.5y$ , то есть  $44 \cdot 0.5y = 22y$ . Отсюда следует, что для целых  $x$  и  $y$  должно выполняться соотношение:  $2.59 \cdot M = 22y$ , или  $2.59 \cdot (12x + y) = 22y$ , что после преобразований даёт  $x = 0.625y$ . Простейшее решение данного уравнения в целых числах наблюдается при  $x = 5$  и  $y = 8$ . Тогда искомый углеводород –  $\text{C}_5\text{H}_8$ , его молярная масса равна 68 г/моль, а его высшая и низшая теплоты сгорания равны соответственно  $46.91 \cdot 68 = 3190$  кДж/моль и  $44.32 \cdot 68 = 3014$  кДж/моль.

**Система оценивания:**

|               |  |                  |
|---------------|--|------------------|
| <b>1</b>      | Теплота испарения воды   | <b>1.5 балла</b> |
| <b>2</b>      | Примеры трёх веществ по 0.5 балла  | <b>1.5 балла</b> |
| <b>3</b>      | Уравнение реакции сгорания – 1 балл<br>Расчёт высшей теплоты сгорания – 1 балл<br>Расчёт низшей теплоты сгорания – 1 балл  | <b>3 балла</b>   |
| <b>4</b>      | Уравнение реакции сгорания – 1 балл<br>Расчёт высшей теплоты сгорания – 1 балл<br>Расчёт низшей теплоты сгорания – 1 балл  | <b>3 балла</b>   |
| <b>5</b>      | Формула неизвестного углеводорода – 3 балла<br>Уравнение реакции сгорания – 1 балл<br>Расчёт высшей теплоты сгорания – 1 балл<br>Расчёт низшей теплоты сгорания – 1 балл | <b>6 баллов</b>  |
| <b>Итого:</b> |  | <b>15 баллов</b> |