

Для Вашего удобства здесь  
оставлены только задания.

Файл с решениями также  
выложен в сети Интернет.

### 3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

**Ниже приводится один из возможных вариантов решения заданий. Допускаются другие варианты решений, не искажающие смысла заданий.**

#### 3.1. Критерии оценивания заданий Теоретического тура

##### 3.1.1. Задания 9 класса

#### Задача №9-1

Зная, что количество электронов в атоме равно его порядковому номеру в периодической системе находим, что:

Основной элемент океана (А) – водород (H)



Основной элемент атмосферы (Б) – фтор (F)

Элементы X и Y соответственно углерод (C) и азот (N).

На Земле основным элементов (Z) является кислород (O), имеющий 8 электронов.

Океан планеты состоит из фтороводорода – HF

Атмосфера – из F<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub> и HF. Таким образом, атмосферу планеты можно сравнить с земной, произведя замену кислорода на фтор.

Земная атмосфера	Атмосфера планеты
O <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>
N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub>	CF <sub>4</sub>
H <sub>2</sub> O	HF
Схема дыхания	
O <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> 	F <sub>2</sub> HF, CF <sub>4</sub> 

Таким образом, жители планеты вдыхают  $F_2$ ,  $N_2$ , а выдыхают –  $N_2$ ,  $CF_4$ ,  $HF$ .

Обоснование И.Ефремова, что светило инопланетян – более горячая, чем Солнце, голубая высокотемпературная звезда:

«Расщепляя с помощью лучистой энергии своего светила фтористый водород, как у нас на Земле воду (кислородистый водород), растения той планеты накапливали углеводы и выделяли свободный фтор, которым в смеси с азотом дышали люди и животные, получая энергию от сгорания углеводов во фторе. Животные и люди должны выдыхать фтористый углерод и фтористый водород. Подобный обмен веществ дает в полтора раза больше энергии, чем земной с его кислородной основой. Но большая активность фтора по сравнению с кислородом требует и более сильной радиации светила. Чтобы лучистая энергия была в состоянии расщепить молекулы фтористого водорода в растительном фотосинтезе, нужны не желто-зеленые лучи, как для воды, а лучи более мощных квант, голубые и фиолетовые.

Очевидно, что светило чужих – голубая высокотемпературная звезда.»

Командир может быть опечален полученной информацией по нескольким причинам:

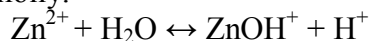
1. высокая активность фтора может вызывать активное разрушение земных материалов, а также повредить живые ткани землян.
2. Кислород может оказаться токсичным для инопланетян (как и фтор для землян).
3. Кислород (или вода) способен взаимодействовать со фтором, образуя  $OF_2$
4. Океан чужой планеты разъедает стекло и разрушает почти все минералы, в состав которых входит кремний, а также ткани (кожу, кости) землян.

#### Разбалловка

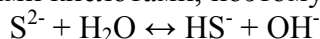
Определение элементов А, Б, X, Y, Z	0,25 б. x5 = 1,25 б.
Определение количества электронов в Z	0,25 б.
Определение состава океана планеты	0,5 б.
Определение состава атмосферы планеты	0,5 б. x4 = 2 б.
Определение состава вдыхаемого и выдыхаемого газа	0,5 б. x5 = 2,5 б.
Объяснения факта, что звезда инопланетян высокотемпературная звезда	1,5 б.
Объяснение печали капитана (любые доводы, верные с точки зрения химии)	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

#### Задача №9-2

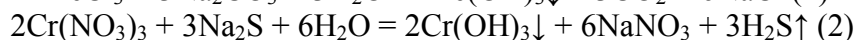
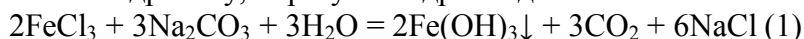
Все соли группы А образованы слабыми основаниями, и поэтому в растворах подвергаются гидролизу по катиону:



Соли группы Б образованы слабыми кислотами, поэтому гидролизуются по аниону:



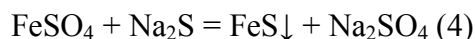
При взаимодействии солей группы А с группой Б процессы гидролиза должны приводить к образованию основных солей. Однако, катионы трехвалентных металлов, имеющие высокую склонность к гидролизу, образуют гидроксиды:



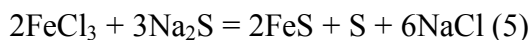
Катионы двухвалентных металлов в меньшей степени подвержены гидролизу, поэтому при действии карбоната натрия образуют основные сульфаты:



Сульфиды, образованные двухвалентными катионами обладают крайне низкой растворимостью в воде, поэтому при действии сульфида натрия основные соли не образуются:

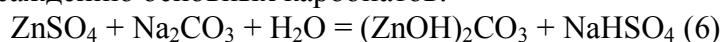


При взаимодействии  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{S}$  протекает окислительно-восстановительная реакция с образованием серы:



Группа Б Группа А	Сода	Сульфид натрия
Сульфат цинка	$(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$	ZnS
Железный купорос	$(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$	FeS
Хлорид железа (III)	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
Нитрат хрома (III)	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$

При обратном порядке смешивания изменится лишь состав осадка образованного карбонатом натрия и солями двухвалентных металлов. Находящиеся в избытке карбонат-ионы приведут к осаждению основных карбонатов:

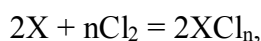


### Разбалловка

Заполнение таблицы формулами, соответствующих осадков	8x0,25 б. = 2 б.
Объяснение образования гидроксидов при реакции с катионами трехвалентных металлов*	2 б.
Объяснение образования сульфидов двухвалентных металлов*	1 б.
Объяснение образования основных солей при взаимодействии соды с солями двухвалентных металлов*	2 б.
Объяснение различий при обратном порядке смешивания*	2 б.
Написание уравнения реакции (5)	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\*Если выводы не подкреплены уравнениями реакциями или приведены уравнения реакций, но не указаны объяснения наблюдаемых процессов, то количество баллов за пункт делится на два.

### Задача №9-3



где  $n$  – степень окисления металла **X**.

$$m(\text{MCl}_n)_{\text{теорет}} = 100/0,9234 = 108,30 \text{ г}$$

Составим пропорцию:

$$1/n = 108,30/(2 \cdot (M + 35,5n))$$

$$M = 18,65n,$$

где  $M$  – молярная масса металла **X**.

При  $n = 1$ ,  $M = 18,65$ , нет металла

$n = 2$ ,  $M = 37,30$ , нет металла

$n = 3$ ,  $M = 55,95$ , железо

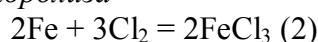
$n = 4$ ,  $M = 74,60$ , нет металла

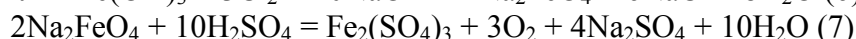
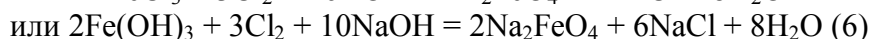
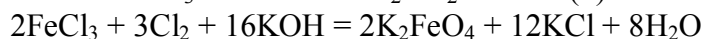
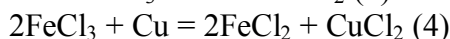
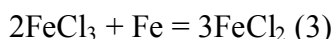
Соответственно **X** – **Fe**

Уравнения реакций:



\*Зачитывается любая степень гидролиза





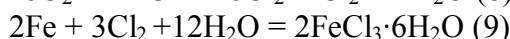
**А** –  $\text{FeCl}_3$

**Б** -  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

**В** –  $\text{FeCl}_2$

**Г** –  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$

**Д** –  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



$$n(\text{PbO}_2) = n(\text{Cl}_2) = 1.5n(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 1.5 \cdot 200 / 270.5 = 1.11 \text{ моль}$$

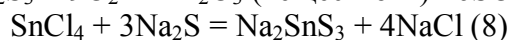
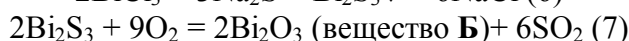
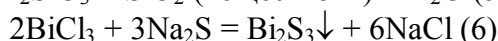
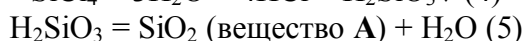
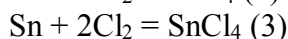
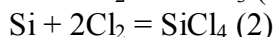
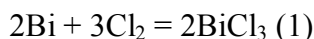
$$m(\text{PbO}_2) = M(\text{PbO}_2) \cdot n(\text{PbO}_2) = (207 + 16 \cdot 2) \cdot 1.11 = 265.3 \text{ г}$$

### Разбалловка

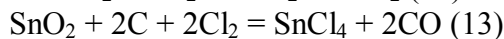
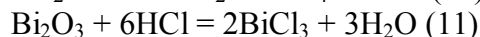
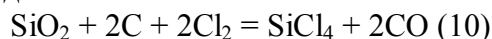
Определение металла <b>X</b>	2 б.
Определение веществ <b>А, Б, В, Д</b>	4 · 0,5 б. = 2 б.
Определение вещества <b>Г</b>	1 б.
Написание уравнений реакций (1) – (8)	8 · 0,5 б. = 4 б.
Определение массы $\text{PbO}_2$	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №9-4

В состав Советского сплава входят щелочные металлы, которые являются очень реакционноспособными, поэтому данный сплав легко окисляется кислородом, а также взаимодействует с водой.



Сульфид олова необходимо обжечь в токе кислорода, для получения оксида, а из оксидов растворением в кислоте (для висмута) или прокаливанием с углем в атмосфере хлора возможно получение хлоридов:



$$\text{Si} \rightarrow \text{SiCl}_4: n(\text{Si}) = n(\text{SiCl}_4) = m(\text{SiCl}_4) / M(\text{SiCl}_4) = 0,20 / 170 = 0,0012 \text{ моль}$$

$$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,0012 \cdot 28 = 0,034 \text{ г}$$

$$w(\text{Si}) = 0,034 / 0,20 = 0,17 \text{ (17,0\%)}$$

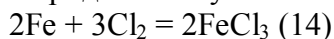
$$2\text{Bi} \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3: n(\text{Bi}) = n(\text{Bi}_2\text{O}_3) / 2 = 1,02 / (466 \cdot 2) = 0,0011 \text{ моль}$$

$$m(\text{Bi}) = 0,0011 \cdot 209 = 0,230 \text{ г}$$

$$w(\text{Bi}) = 0,230 / 0,500 = 0,46 \text{ (46,0\%)}$$

$$w(\text{Sn}) = 1 - 0,17 - 0,46 = 0,37 \text{ (37,0\%)}$$

При хлорировании железо образует хлорид, который при действии сульфида натрия образует осадок одновременно с хлоридом висмута:



### Разбалловка

Объяснения недостатков Советского сплава	2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (7), (11), (12), (14)	10x0,25 = 2,5 б.
Написание уравнений реакций (8), (9), (10), (13), (15)	5x0,5 = 2,5 б.
Определение количественного состава сплава	3x0,5 б. = 1,5 б.
Определение стадии, на которой осаждается железо	1,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №9-5

Рассчитаем удельную теплоту сгорания (то есть теплоту в расчете на 1 г углеводорода):

$$Q_{\text{сгор}} (\text{кДж/г}) = Q_{\text{сгор}} (\text{кДж/моль}) / M (\text{г/моль}).$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_3\text{H}_6) = 2100 \text{ кДж/моль} : 42 \text{ г/моль} = 50,0 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_4\text{H}_8) = 2700 \text{ кДж/моль} : 56 \text{ г/моль} = 48,2 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_5\text{H}_{10}) = 3300 \text{ кДж/моль} : 70 \text{ г/моль} = 47,1 \text{ кДж/г}$$

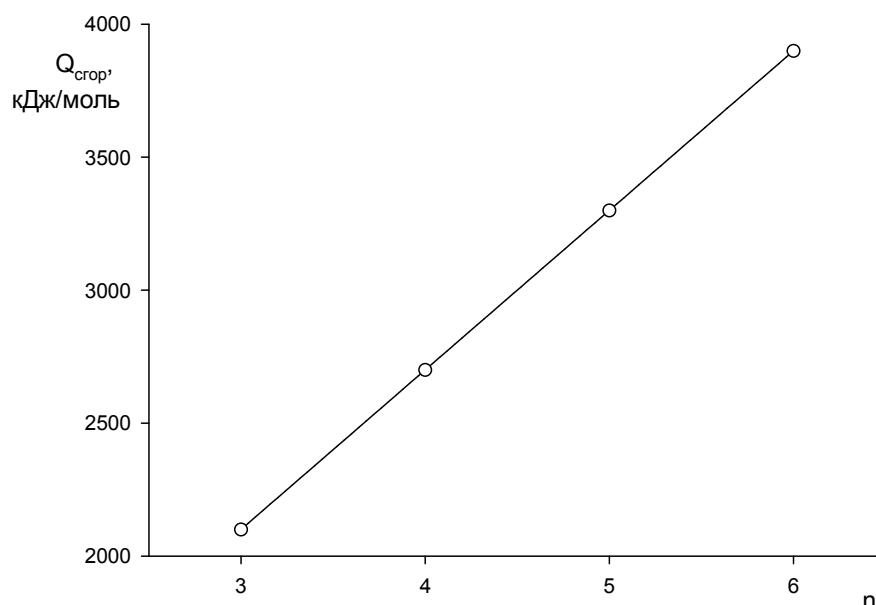
$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_6\text{H}_{12}) = 3900 \text{ кДж/моль} : 84 \text{ г/моль} = 46,4 \text{ кДж/г}$$

Молярные теплоты сгорания циклоалканов линейно зависят от числа атомов углерода в молекуле. При увеличении числа атомов на единицу молярная теплота сгорания увеличивается на 600 кДж / моль.

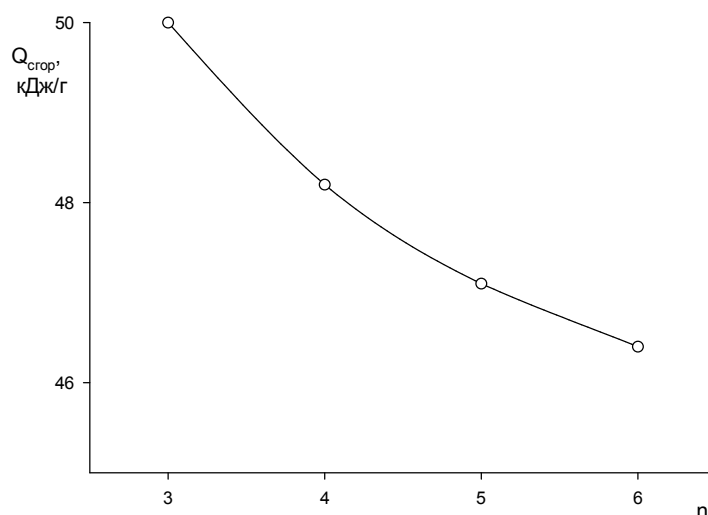
Математическое уравнение соответствующее данной закономерности:

$$Q_{\text{сгор}} = 300 + 600 \cdot n \quad (\text{кДж/моль}),$$

где n – число атомов углерода в молекуле.



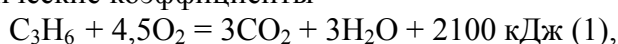
Удельная теплота сгорания циклоалканов нелинейно уменьшается с увеличением количества атомов углерода.



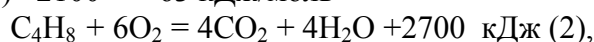
Для расчета теплоты образования используем следствие из закона Г.И. Гесса:

$$Q_{реакц.} = \sum n_j Q_{образ.}(продуктов) - \sum n_i Q_{образ.}(исходных веществ),$$

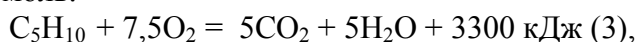
где  $n_i$ ,  $n_j$  - стехиометрические коэффициенты



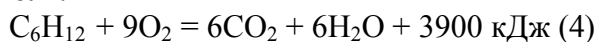
$$Q_{обр}(C_3H_6) = 3(393+286) - 2100 = -63 \text{ кДж/моль}$$



$$Q_{образ}(C_4H_8) = 16 \text{ кДж/моль.}$$



$$Q_{образ}(C_5H_{10}) = 95 \text{ кДж/моль.}$$



$$Q_{образ}(C_6H_{12}) = 174 \text{ кДж/моль.}$$

Заметим, что теплота образования циклоалканов величивается на 79 кДж/моль при увеличении числа атомов углерода на единицу.

Полученные данные позволяют определить теплоты сгорания и образования для циклооктана:

$$Q_{сгор} = 300 + 600 \cdot 8 = 5100 \text{ (кДж/моль).}$$

$$Q_{сгор} = 5100 \text{ кДж/моль} : 112 \text{ г/моль} = 45,5 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{образ.} = 174 + 2 \cdot 79 = 337 \text{ кДж/моль}$$

Заполним таблицу:

Вещество	Q <sub>сгор</sub> , кДж/моль	Q <sub>сгор</sub> , кДж/г	Q <sub>образ.</sub> , кДж/моль
Циклопропан	2100	50,0	- 63
Циклобутан	2700	48,2	16
Циклопентан	3300	47,1	95
Циклогексан	3900	46,4	174
Циклооктан	5100	45,5	377

### Разбалловка

Расчет удельной теплоты сгорания $C_3 - C_6^*$	4x0,5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакций сгорания $C_3 - C_6$	4x0,5 = 2 б.
Расчет теплоты образования $C_3 - C_6$	4x0,5 = 2 б.
Построение графических зависимостей $Q_{сгор} = f(n)$	2x1 = 2 б.
Вывод математической зависимости $Q_{сгор} = f(n)$	0,5 б.
Оценка теплоты сгорания и образования циклооктана**	3x0,5 б. = 1,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\*  $C_3 - C_6$  – здесь и далее обозначают циклопропан – циклогексан

\*\*Если теплота образования рассчитана через реакцию сгорания, то баллы не снижаются