

## 2.3. Заключительный (городской) этап. Теоретический тур

8 класс

№ 1

	В					Г			
	о		а	с	с	е			
	д	р	з	е	в	л			
	о	т	о	л	и	л	и		
	р	у	т	е	н	и	й		
	о	т		н	е	т			
м	е	д	ь			ц	и	н	к
							й		

### Рекомендации к оцениванию:

1. Каждое верное слово: по 1 баллу

10 баллов

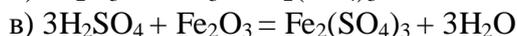
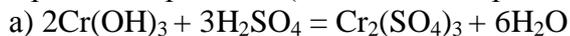
**ИТОГО: 10 баллов**

№ 2

Данному оксиду соответствует такой гидроксид (кислота или основание), в котором степень окисления центрального атома такая же, как в оксиде.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б	В	Д	З	А	Г	З	Б	Ж	Е

Уравнения реакций (возможный вариант):



### Рекомендации к оцениванию:

1. Каждое верное соответствие: по 0,7 балла

7 баллов

2. Уравнения реакций: по 1 баллу

3 балла

**ИТОГО: 10 баллов**

№ 3

Взаимодействие растворов соли и щелочи приводит к обменной реакции. Т.к. нитраты металлов хорошо растворимые в воде вещества, логично предположить, что выпавший осадок – гидроксид неизвестного металла. Однако черная окраска осадка противоречит этому предположению. Значит, выпавший осадок – оксид. Он может образовываться только в случае неустойчивости соответствующего гидроксида в воде. Таких оксидов черного цвета два:  $\text{Ag}_2\text{O}$  и  $\text{Hg}_2\text{O}$ . Но при взаимодействии растворов нитратов этих металлов со щелочью обменный процесс будет только в случае с серебром, т.к. одновалентная ртуть склонна к диспропорционированию в растворе:



Таким образом, исходный раствор – раствор нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$ . Рассчитаем его массовую долю:

$$v(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{4,64}{232} = 0,02 \text{ моль}$$

$$v(\text{AgNO}_3) = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 0,04 \cdot 170 = 6,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{6,8}{180} \cdot 100\% = 3,78\%$$

**Рекомендации к оцениванию:**

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Обоснованное определение $\text{AgNO}_3$          | 3 балла  |
| 2. Уравнение реакции $\text{AgNO}_3$ с $\text{NaOH}$ | 2 балла  |
| 3. Расчет массовой доли                              | 5 баллов |

**ИТОГО: 10 баллов**

**№ 4**

Скорее всего, исходные вещества **A** и **B** – металл и неметалл (об этом говорят и цвета этих простых веществ), которые при нагревании образуют бинарное соединение **C**, вступающее в реакцию обмена с соляной кислотой. При этом образуется летучее водородное соединение **D** и хлорид исходного металла – **E**.

Пусть формула **E** –  $\text{ACl}_n$ , тогда массовая доля хлора в нем:

$$\omega(\text{Cl}) = \frac{35,5n}{M(\text{A}) + 35,5n} \cdot 100\% = 79,77\%$$

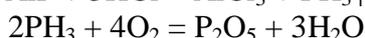
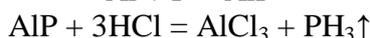
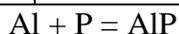
Откуда молярная масса металла:

$$M(\text{A}) = 9n, \text{ где } n - \text{валентность металла}$$

n	1	2	3
M(A), г/моль	9	18	27

Единственный возможный вариант для вещества **A** – это алюминий (Al), валентность 3 и молярная масса 27 г/моль. Значит, речь идет о третьем периоде. Такую же валентность (III) как и алюминий в этом периоде могут проявлять фосфор и хлор, но простое вещество хлор – жёлто-зелёный газ. Тогда легковоспламеняющийся газ – фосфин  $\text{PH}_3$ , его плотность  $\rho = \frac{34}{22,4} = 1,518$  г/л (соответствует приведенному в условии значению).

X (элемент)	Y (элемент)	A (простое вещество)	B (простое вещество)	C	D	E
Al	P	Al	P	AlP	$\text{PH}_3$	$\text{AlCl}_3$



Элемент фосфор образует несколько простых веществ (аллотропные модификации): белый, красный, чёрный и металлический фосфор. Белый фосфор состоит из молекул  $\text{P}_4$  тетраэдрического строения. Остальные аллотропные модификации имеют полимерное строение. В условии задачи зашифрован красный фосфор.

**Рекомендации к оцениванию:**

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Вывод формул (расчет) или проверка значений, данных по условию, для соединений $\text{AlCl}_3$ и $\text{PH}_3$ : по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Формулы веществ <b>A</b> и <b>B</b> : по 0,5 балла  | 1 балл  |
| 3. Формулы веществ <b>C</b> , <b>D</b> , <b>E</b> : по 1 баллу   | 3 балла |
| 4. Уравнения реакций: по 1 баллу   | 3 балла |
| 5. Аллотропные модификации   | 1 балл  |

**ИТОГО: 10 баллов**

**№ 5**

1) Полная емкость всего фильтра:  $900 \cdot 40 = 36000$  мг, теоретический ресурс  $\frac{36000}{2} = 18000$  литров воды.

- 2) В воде присутствуют и другие загрязнители, концентрация которых может быть выше, чем хлора. Кроме того, в старом фильтре могут развиваться бактерии.
- 3) Полная емкость фильтра  $20 \cdot 50 = 1000$  мг. Из каждого литра будет улавливаться  $2 \cdot 0,6 = 1,2$  мг хлора. Тогда ресурс:  $\frac{1000}{1,2} = 833,3$  литра.

Такой фильтр нельзя использовать, очистка 60% – слишком мала для фильтра.

#### Рекомендации к оцениванию:

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Ресурс фильтра 3 балла               | 3 балла |
| 2. Объяснение занижения ресурса 2 балла | 2 балла |
| 3. Ресурс поддельного фильтра 4 балла   | 4 балла |
| 4. Вывод о непригодности фильтра 1 балл | 1 балл  |
| <b>ИТОГО: 10 баллов</b>                 |         |

#### № 6

1) По графику растворимость кислорода в воде при 20 °С, 760 мм.рт.ст. (1 атм.) составляет 9,0 мг/л. В 0,4 л воды растворится  $9,0 \cdot 0,4 = 3,6$  мг O<sub>2</sub>. Т.к. при нагревании растворимость кислорода падает, **содержание его в воде уменьшится**. При нагревании на 10 °С, т.е. при 30 °С в данном объеме останется только  $7,5 \cdot 0,4 = 3,0$  мг O<sub>2</sub>.

2) Насыщенным называется раствор, в котором содержание растворенного вещества максимально при данных условиях. При нормальных условиях (0 °С, 1 атм.) растворимость кислорода в воде составляет 14,5 мг/л.

В 400 мл воды при н.у. может раствориться не больше  $14,5 \cdot 0,4 = 5,8$  мг O<sub>2</sub>.

В закрытой колбе оставшийся объем ( $500 - 400$  мл = 0,1 л) занимает воздух. В воздухе 21% кислорода по объему:

$$V(\text{O}_2) = 0,21 \cdot 0,1 = 0,021 \text{ л}$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{0,021}{22,4} = 0,0009375 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,0009375 \cdot 32 = 0,03 \text{ г} = 30 \text{ мг.}$$

Кислорода в оставшемся объеме воздуха больше, чем может раствориться при данных условиях. Следовательно, **получится насыщенный раствор**.

3) 1 атм. = 101325 Па;  $\frac{405300}{101325} = 4$  атм. При данных условиях (по графику) растворимость кислорода в воде составляет 54 мг/л. В 700 г воды растворится  $54 \cdot 0,7 = 37,8$  мг O<sub>2</sub>.

$$v(\text{O}_2) = \frac{0,0378}{32} = 0,00118125 \text{ моль}$$

$$V(\text{O}_2) = 0,00118125 \cdot 22,4 = 0,02646 \text{ л} = 26,5 \text{ мл}$$

#### Рекомендации к оцениванию:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Массы кислорода в воде до и после нагревания, обоснование изменения массы: по 1 баллу   | 3 балла |
| 2. Обоснованный вывод о насыщенном растворе (с расчетом):<br>пояснение о критерии насыщенности: 1 балл<br>максимальная масса растворенного кислорода: 1 балл<br>масса кислорода в воздухе: 2 балла | 4 балла |
| 3. Растворимость при данных условиях: 1 балл<br>Значение объема: 2 балла   | 3 балла |
| <b>ИТОГО: 10 баллов</b>  |         |

#### № 7

1) Плотность газообразного вещества пропорциональна его молярной массе:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{v \cdot M}{v \cdot V_m} = \frac{M}{V_m}$$

Т.е. молярная масса газа **D** в 1,6 раза больше молярной массы аргона:

$$M(B) = M(\text{Ar}) \cdot 1,6 = 40 \cdot 1,6 = 64 \text{ г/моль}$$

Предположим, что **D** представляет собой оксид:

Число атомов кислорода в оксиде	1	2	3
Молярная масса остатка, г/моль	48	32	16

При двух атомах кислорода в составе оксиде на остаток приходится 32 г/моль, что соответствует молярной массе серы. Таким образом, **D** – SO<sub>2</sub> оксид серы (IV) или диоксид серы.

Прозрачная жидкость, образовавшаяся при сгорании, скорее всего, вода, **E** – H<sub>2</sub>O.

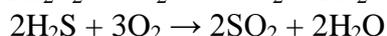
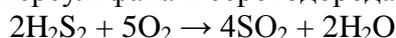
Тогда вещество **A** содержит серу и водород (а также только три ковалентных связи):



**A** – H<sub>2</sub>S<sub>2</sub> (дисероводород, дисульфан, персульфан, дисульфид водорода).

Газ, образующийся из дисульфана, содержит две ковалентные связи, единственным разумным вариантом является сероводород, или сульфид водорода: H-S-H, тогда твёрдое вещество – это простое вещество, сера. **B** – H<sub>2</sub>S, **C** – S.

2) Уравнения реакций сгорания персульфана и сероводорода в кислороде:



3) Заменяя атомы серы на кислород, получаем соединение H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, пероксид водорода или перекись водорода.

#### Рекомендации к оцениванию:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Расчёт, доказывающий состав <b>D</b> – SO <sub>2</sub> : 1 балл                      | 1 балл    |
| 2. Формулы веществ <b>A</b> – <b>E</b> : по 1 баллу                                     | 5 баллов  |
| 3. Уравнения реакций горения: по 1 баллу  | 2 балла   |
| 4. Формула пероксида водорода 0,5 балла   | 0,5 балла |
| 5. Названия веществ <b>A</b> – <b>E</b> и H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> : по 0,25 балла | 1,5 балла |

**ИТОГО: 10 баллов**

## 2.4. Заключительный (городской) этап. Практический тур

8 класс

### 1 вариант

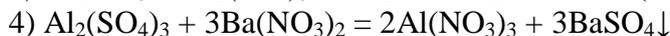
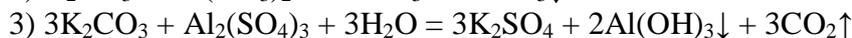
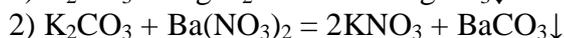
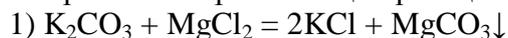
1. Для проведения качественного анализа необходимо получить растворы выданных веществ: добавить воду в каждый стаканчик и перемешать содержимое до полного растворения веществ. Далее, используя набор чистых пробирок, попарным смешиванием полученных растворов, можно наблюдать следующие признаки протекающих реакций (все осадки бесцветные):

	$K_2CO_3$	$MgCl_2$	$Ba(NO_3)_2$	$Al_2(SO_4)_3$
$K_2CO_3$		↓	↓	↓↑
$MgCl_2$	↓			
$Ba(NO_3)_2$	↓			↓
$Al_2(SO_4)_3$	↓↑		↓	

Условные обозначения: ↓ - выпадение осадка, ↑ - выделение газа.

На основании проведенных реакций можно определить содержимое каждого стаканчика.

2. Уравнения протекающих реакций:



### 2 вариант

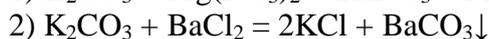
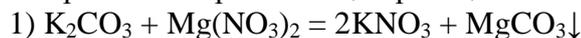
1. Для проведения качественного анализа необходимо получить растворы выданных веществ: добавить воду в каждый стаканчик и перемешать содержимое до полного растворения веществ. Далее, используя набор чистых пробирок, попарным смешиванием полученных растворов, можно наблюдать следующие признаки протекающих реакций (все осадки бесцветные):

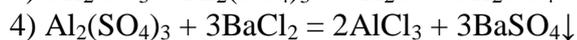
	$K_2CO_3$	$Mg(NO_3)_2$	$BaCl_2$	$Al_2(SO_4)_3$
$K_2CO_3$		↓	↓	↓↑
$Mg(NO_3)_2$	↓			
$BaCl_2$	↓			↓
$Al_2(SO_4)_3$	↓↑		↓	

Условные обозначения: ↓ - выпадение осадка, ↑ - выделение газа.

На основании проведенных реакций можно установить содержимое каждого стаканчика.

2. Уравнения протекающих реакций:





**Рекомендации к оцениванию:**

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Обоснованный ход анализа, включая:<br>растворение веществ: 1 балл<br>попарное смешивание растворов: 1 балл<br>указание видимых признаков: 1 балл                 | 3 балла   |
| 2. Уравнения реакций: по 3 балла<br>реакция с ошибкой в коэффициентах, в том числе при использовании формул кристаллогидратов в записи уравнений реакций: 1,5 балла | 12 баллов |
| 3. Практическое определение веществ: по 3 балла   | 12 баллов |
| 4. Соблюдение правил техники безопасности: 3 балла<br>каждое нарушение – минус 1 балл   | 3 балла   |