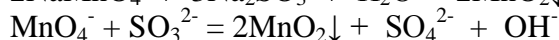
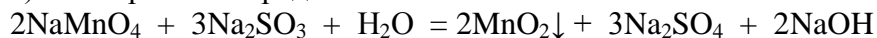


## 9 класс

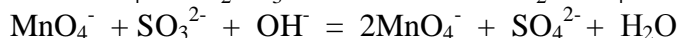
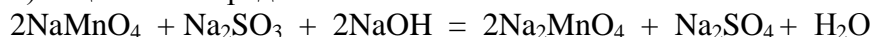
### № 1

Реакции между перманганатом и сульфитом натрия могут протекать по следующим направлениям в зависимости от среды раствора:

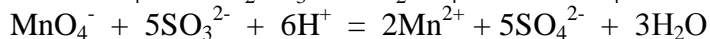
а) в нейтральной среде:



б) в щелочной среде:



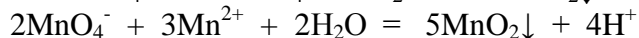
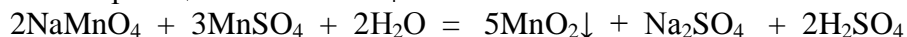
в) в кислой среде:



Образовавшийся в щелочной среде манганат натрия зеленого цвета, он может распадаться в разбавленных растворах с образованием осадка:



Образование осадка может происходить и в кислой среде, если перманганат взят в избытке за счет реакции ионов  $\text{MnO}_4^-$  и  $\text{Mn}^{2+}$ :



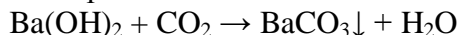
### Рекомендации к оцениванию:

1. Каждое уравнение в молекулярной и ионной формах по 1 баллу 10 баллов  
Если указано объяснение без уравнения реакции – 0.5 балла

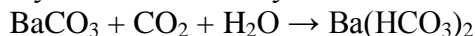
**ИТОГО: 10 баллов**

### № 2

Баритовая вода – раствор гидроксида бария; при пропускании через него углекислого газа будет выпадать осадок карбоната бария:



который растворяется при пропускании избытка углекислого газа:



Количества исходного гидроксида бария и полученного карбоната бария:

$$v(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{200 \cdot 0.05}{171} = 0.0585 \text{ моль}; \quad v(\text{BaCO}_3) = \frac{7.88}{197} = 0.04 \text{ моль.}$$

Значит, образовалось не максимально возможное количество осадка. Так как происходит помутнение фильтрата, то в нем содержится гидрокарбонат бария, т.е. пропустили избыточное количество углекислого газа, при этом часть выпавшего карбоната бария растворилась и перешла в гидрокарбонат.

Количество углекислого газа, необходимое для осаждения всего карбоната:

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{Ba}(\text{OH})_2) = v(\text{BaCO}_3)_{\text{max}} = 0,0585 \text{ моль}$$

Количество прореагировавшего карбоната (столько же прореагирует и углекислого газа дополнительно):

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{BaCO}_3)_{\text{реар.}} = 0,0585 - 0,04 = 0,0185 \text{ моль}$$

$$v(\text{CO}_2)_{\text{общ.}} = 0,0585 + 0,0185 = 0,077 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,077 \cdot 22,4 = 1,725 \text{ л}$$

При расчете массы полученного раствора нужно учесть растворенный углекислый газ и выпавший осадок:

$$m_{\text{р-р}} = 200 + 0,077 \cdot 44 - 7,88 = 195,51 \text{ г}$$

#### Рекомендации к оцениванию:

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Уравнения реакций – по 1 баллу                   | 2 балла |
| 2. Расчет количеств веществ по условию – по 1 баллу | 2 балла |
| 3. Расчет объема углекислого газа                   | 4 балла |
| 4. Расчет массы осадка:                             | 2 балла |

**ИТОГО: 10 баллов**

#### № 3

1) Минералы, встречающиеся в природе и являющиеся бинарными соединениями, в большинстве случаев являются сульфидами и оксидами металлов. Проведем перебор всех возможных вариантов соединений серы и кислорода, используя формулу  $w(\text{Э}) = \frac{A(\text{Э}) \cdot n}{M}$ .

а) Если общая формула  $\text{MeS}$ , то составляем уравнение:

$$0,65 = \frac{A(\text{Me})}{A(\text{Me}) + 32}, \quad A(\text{Me}) = 59,5 - \text{не подходит, нет такого элемента.}$$

б) Для  $\text{Me}_2\text{S}_3$ :  $0,65 = \frac{2 \cdot A(\text{Me})}{A(\text{Me}) + 3 \cdot 32}$ ,  $A(\text{Me}) = 89$ , металл иттрий, но сульфид иттрия в природе отсутствует ввиду его сильного гидролиза.

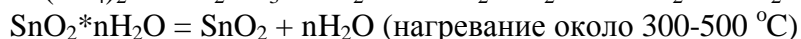
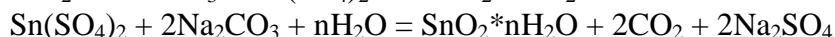
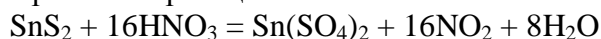
в) Для  $\text{MeS}_2$  составим аналогичное уравнение:

$$0,65 = \frac{A(\text{Me})}{A(\text{Me}) + 2 \cdot 32}, \quad A(\text{Me}) = 119 - \text{это олово, значит формула будет } \text{SnS}_2$$

д)  $\text{Me}_2\text{S}$  также не подходит, так как в этом случае  $A(\text{Me}) = 30$ , такого элемента не существует.

Если провести аналогичные расчеты с оксидами, то единственная подходящая атомная масса металла в формуле  $\text{Me}_2\text{O}_3$  будет равна 45, что соответствует скандию. Однако это противоречит условиям задачи, так как при взаимодействии оксида скандия с азотной кислотой выделения газа не происходит. Можно отметить, что бинарные соединения кислорода и серы, где валентность металла 5 и более мы исключаем, так как они практически не встречаются в природе в виде минералов ввиду своей сильной реакционной способности. Также известно, что самые распространенные минералы, имеющие золотой блеск, – это пирит ( $\text{FeS}_2$ ) и *сусальное золото или муссивное золото* ( $\text{SnS}_2$ ). Проверим массовую долю металла в каждом из этих соединений,  $w(\text{Sn}) = 64,93\%$ ,  $w(\text{Fe}) = 46,7\%$ . Подходит  $\text{SnS}_2$ , значит, оно является веществом **A** (такой вариант выхода на формулу допускается тоже). Тогда **B** –  $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ , **B** –  $\text{SnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , **Г** –  $\text{SnO}_2$ , **Д** –  $\text{Sn}$

2) Уравнения реакций:



- 3) Приборостроение (полупроводники, анодные материалы), конструкционные материалы (антикоррозионные покрытия, тара для пищевых продуктов), изготовление красителей (золотой краситель  $\text{SnS}_2$  и т.д.).

**Рекомендации к оцениванию:**

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Каждое определённое вещество – по 1 баллу                   | 5 баллов  |
| 2. Каждое уравнение реакции (с указанием условий) – по 1 баллу | 4 балла   |
| 3. Указаны правильные области применения.                      | 0.5 балла |
| 4. Указано тривиальное название $\text{SnS}_2$                 | 0.5 балла |

**ИТОГО: 10 баллов**

**№ 4**

При пропускании над нагретой медью из отходящих газов поглощен кислород, а оставшийся газ является продуктом реакции исходного вещества с кислородом. Он содержит равные количества двух газов.

Молярная масса одного из них равна:  $0,966 \cdot 29 = 28$  (г/моль).

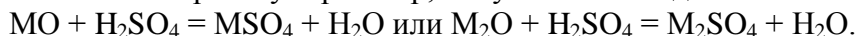
Такую молярную массу имеют азот, оксид углерода (II) и этилен. Два последних газа не могут получиться в избытке кислорода. Остается азот.

Находим молярную массу второго газа из уравнения:

$$1,24 \cdot 29 = 0,5 \cdot 28 + 0,5 \cdot M_2. \quad M_2 = 44. \quad \text{Это углекислый газ.}$$

Так как азот и углекислый газ получились в равных количествах, то исходное вещество содержит фрагмент  $\text{CN}_2$ .

Находим состав твердого остатка. Так как он растворяется в воде с образованием щелочного раствора, то это должен быть оксид элемента первой или второй группы. Один моль серной кислоты нейтрализует раствор, полученный из одного моля остатка:



Число молей прореагировавшей серной кислоты:

$$(60 \cdot 1,025 \cdot 0,04) : 98 = 0,025 \quad (\text{моль}).$$

Находим молярную массу оксида:

На 1,4 г оксида пошло 0,025 моль кислоты.

На M г оксида пошёл 1 моль кислоты.

M оксида = 56 (г/моль). Из соединений MO такую молярную массу имеет CaO. Его получилось 0,025 моль.

Определяем состав исходного вещества.

Непоглощенный щелочью газ – это азот. Масса азота в исходной навеске:

$$0,025 \cdot 28 = 0,7 \quad (\text{г}). \quad \text{Масса углерода в исходной навеске: } 0,025 \cdot 12 = 0,3 \quad (\text{г}).$$

Масса кальция в исходной навеске:  $0,025 \cdot 40 = 1,0$  (г). Это в сумме равно исходной массе навески. Значит кислорода в исходном веществе нет.

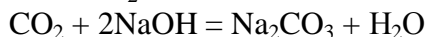
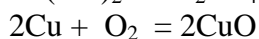
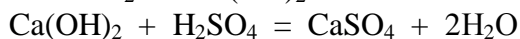
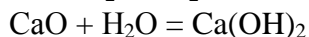
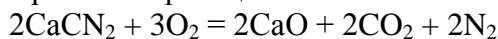
Формула исходного вещества:  $\text{CaCN}_2$ .

Это цианамид кальция. Его структура:  $\text{Ca}^{2+}[\text{N}=\text{C}=\text{N}]^{2-}$ .

Области применения цианамид кальция:

1. Как азотное удобрение:  $\text{CaCN}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_3$ .
2. В медицине при лечении хронического алкоголизма.
3. В химической промышленности при получении фосфора и некоторых его соединений.
4. В металлургии при травлении сталей, содержащих примеси фосфора.

Уравнения реакций:

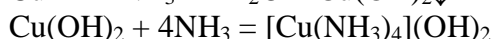
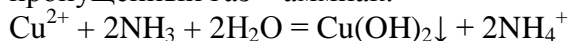


**Рекомендации к оцениванию:**

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Записана брутто-формула неизвестного вещества (также приведены расчёты и пояснения). | 4 балла   |
| 2. Указано название неизвестного вещества.  | 0.5 балла |
| 3. Записана структурная формула неизвестного вещества.                                  | 1 балла   |
| 4. Указан вариант применения этого вещества (любой).                                    | 2 балла   |
| 5. Каждое верное уравнение реакции – по 0.5 балла                                       | 2.5 балла |

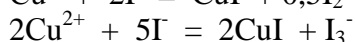
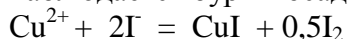
**ИТОГО: 10 баллов****№ 5**

Голубой осадок и затем синий раствор указывают на то, что в растворе был ион меди  $\text{Cu}^{2+}$ , а пропущенный газ – аммиак:



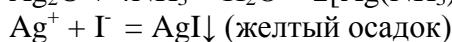
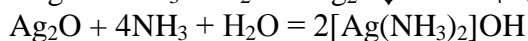
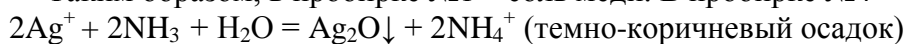
Анионом соли меди может быть любой, совместимый по растворимости и окислительно-восстановительному потенциалу, например: хлорид, сульфат, нитрат, ацетат.

Чтобы из соли меди выпал белый осадок, а раствор над ним побурел (фактически наблюдается бурый осадок) надо добавить раствор, содержащий иодид-анион:

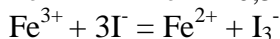
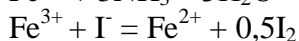
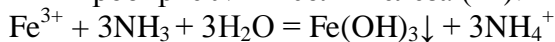


Катион может быть любой.

Таким образом, в пробирке №1 – соль меди. В пробирке №4 – соль серебра:

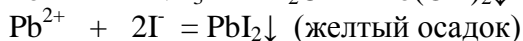
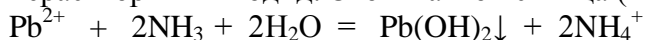


В пробирке №2 – соль железа (III):



Так как исходный раствор окрашен в бурый цвет, то это либо хлорид или бромид железа(III), но не сульфат или нитрат железа, окрашенные довольно слабо.

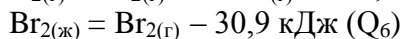
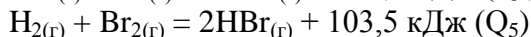
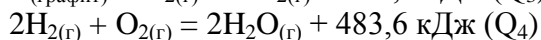
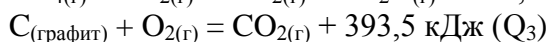
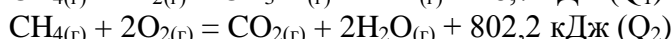
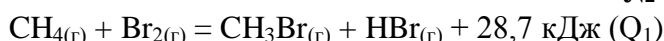
В пробирке №3 соль катиона, дающего нерастворимое в аммиаке основание и желтый нерастворимый иодид. Это – катион свинца (II):



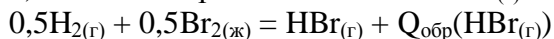
Итак, в пробирке №3 соль свинца(II).

**Рекомендации к оцениванию:**

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Содержание каждой пробирки – по 0.5 балла                | 2 балла  |
| 2. Набор реакций к каждому из четырёх катионов – по 2 балла | 8 баллов |

**ИТОГО: 10 баллов****№ 6**

1) Теплота образования 1 моля  $\text{HBr}_{(\text{г})}$  соответствует тепловому эффекту реакции:

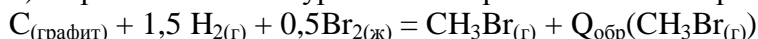


Данное уравнение можно получить сложением уравнения (6) их уравнения (5) и последующим умножением на коэффициент 0,5.

Таким образом, теплота образования 1 моля  $\text{HBr}_{(\text{г})}$ :

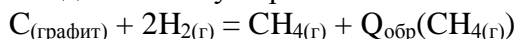
$$Q_{\text{обр}}(\text{HBr}_{(г)}) = (Q_5 + Q_6) / 2 = 36,3 \text{ кДж}$$

2) Термохимическое уравнение образования газообразного бромметана из простых веществ:



Тепловой эффект данной реакции может быть рассчитан исходя из теплот образования  $\text{Br}_{2(ж)}$ ,  $\text{HBr}_{(г)}$  и  $\text{CH}_4(г)$  и теплового эффекта реакции (1).

Найдем теплоту образования 1 моля  $\text{CH}_4(г)$ :



Для получения данного уравнения сложим уравнение (4) с уравнением (3) и вычтем уравнение (2), (4)+(3)-(2):



$$Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4(г)) = Q_4 + Q_3 - Q_2 = 74,9 \text{ кДж}$$

Рассчитаем  $Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{Br}_{(г)})$  исходя из первой реакции:

$$Q_1 = Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{Br}_{(г)}) + Q_{\text{обр}}(\text{HBr}_{(г)}) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4(г)) - Q_{\text{обр}}(\text{Br}_{2(г)})$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{CH}_3\text{Br}_{(г)}) = Q_1 - Q_{\text{обр}}(\text{HBr}_{(г)}) + Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4(г)) + Q_{\text{обр}}(\text{Br}_{2(г)}) = 28,7 - 36,3 + 74,9 - 30,9 = 36,4 \text{ кДж (36,4 кДж/моль)}$$

### Рекомендации к оцениванию:

1. Правильно записано термохимическое уравнение образования  $\text{HBr}$  из простых веществ. 2 балла
  - Если тепловой эффект рассчитан неверно – 1 балл.
2. Правильно записано термохимическое уравнение образования  $\text{CH}_3\text{Br}$  из простых веществ. 2 балла
3. Рассчитана теплота образования  $\text{CH}_3\text{Br}$  из простых веществ 6 баллов
  - Если ход решения правильный, но есть арифметическая ошибка – 4 балла
  - Если ход расчёта верный, но использовалось неверное значение теплоты образования  $\text{HBr}$  – 2 балла

**ИТОГО: 10 баллов**

### № 7

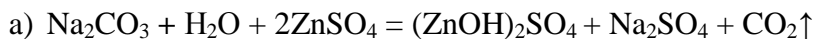
1) Соли группы А в водном растворе подвергаются гидролизу по катиону, образуя кислую среду:



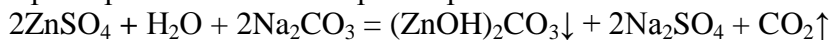
2) Соли группы В гидролизуются по аниону, образуя щелочную среду:



3) При сливании попарно растворов солей А и растворов солей В возможно образование основных солей:



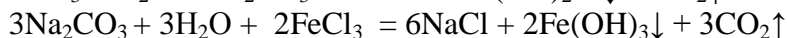
При обратном смешении растворов возможно:



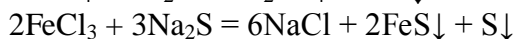
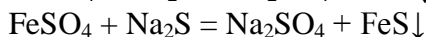
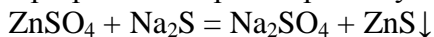
b) Соли железа (II) гидролизуются в меньшей степени и они могут образовывать



c) Соли железа (III) образуют:



4) При реакции с растворами сульфида натрия возможны реакции:



### Рекомендации к оцениванию:

1. Каждое уравнение реакции – по 1 баллу

10 баллов

**ИТОГО: 10 баллов**