

**Критерии оценивания Заданий отборочного тура  
II (Заключительного) этапа олимпиады 2018/19 уч. года**

**Задания 9 класса**

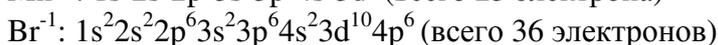
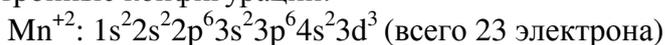
*Представлен один из возможных вариантов решения заданий*

**Задача №9-1**

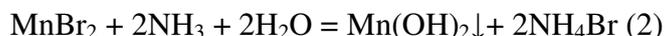
Поскольку элементы находятся в одном и том же периоде и в одной и той же группе периодической системы, наиболее вероятно, что один из них находится в главной подгруппе, а другой – в побочной, т. е. является *d*-металлом. Степени окисления можно подобрать по разнице в 13 для количества электронов. Неметалл скорее всего – галоген (хорошая растворимость В), в степени окисления -1. Разница в электронах на 13 говорит о том металл имеет степень окисления +2. Судя по свойствам, это марганец (**А = Mn**), и вещество представляет собой бромид марганца (**Б = Br**). К такому же ответу можно было бы прийти, подбирая пары элементов по разности количества протонов (35-25=10), или догадаться по описанным далее цветным реакциям (выделение бурого вещества при пропускании хлора, образование зеленой окраски в реакции 5).

В итоге имеем формулу вещества **В = MnBr<sub>2</sub>**, которую можно было также вывести по массовой доле. А в нашем рассуждении можно провести проверку: Действительно, массовая доля марганца в MnBr<sub>2</sub> равна 55 / 215 ≈ 0,256 = 25,6%.

Электронные конфигурации:



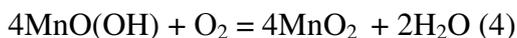
При действии избытка аммиака на соли марганца (II) выпадает в осадок гидроксида марганца:



При окислении гидроксида марганца (II) на воздухе по данным разных авторов образуются гидроксиды марганца (III) или (IV) переменного состава (MnOOH, MnO(OH)<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·nH<sub>2</sub>O, MnO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>). Массовой доле кислорода 36,36% отвечает MnOOH (Г):



При прокаливании гидроксидов образуются оксиды, при этом в данном случае это могут быть Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub> и Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Формулу оксида выводим (или подбираем) по массовой доле кислорода. Под данные задачи подходит оксид MnO<sub>2</sub> (вещество Д):



По описанию, Е – пероксид водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), который каталитически разлагается при контакте с оксидом марганца:



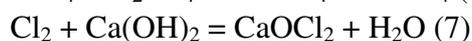
А – Mn	В – MnBr <sub>2</sub>	Д – MnO <sub>2</sub>	Ж – O <sub>2</sub>
Б – Br	Г – MnOOH	Е – H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	

**Разбалловка**

Определение элементов А и Б	2x1 б. = 2 б.
Определение веществ В–Ж	5x0,5 б. = 2,5 б.
Электронные формулы элементов А и Б	2x 0,5 б. = 1 б.
Уравнения реакций (1), (2), (6)	3x0,5 б. = 1,5 б.
Уравнения реакций (3), (4), (5)	3x1 б. = 3 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №9-2

Элемент X – хлор.



1 – Cl <sub>2</sub>	4 – HClO <sub>4</sub>	7 – O <sub>2</sub>
2 – KClO <sub>3</sub>	5 – KCl	8 – HCl
3 – KClO <sub>4</sub>	6 – KClO	9 – CaOCl <sub>2</sub>

Тривиальные названия: 2 – бертолетова соль

8 – соляная кислота

### Разбалловка

Определение элемента X	1 б.
Формулы веществ 1–9	10 x 0,5 б. = 4,5 б.
Тривиальные названия веществ 2 и 8	2 x 0,5 б. = 1 б.
Написание уравнений (1)–(7)	7 x 0,5 б. = 3,5 б.
ИТОГО	10 б.

### Задача №9-3

Разложение солей идёт по уравнениям:



Из уравнений следует:

из 2 моль FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O образуется 1 моль Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

из 1 моль Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O образуется 1 моль Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Зная молярные исходных солей и продукта разложения составим систему уравнений:

M(FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) = 278 г/моль, M(Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O) = 562 г/моль, M(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 160 г/моль

(1) массы сульфатов железа (II) и (III) в исходной смеси

$$x + y = 135,7 \text{ г}$$

(2) свяжем массы солей с массой образовавшегося Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:

$$\frac{160}{2 \cdot 278} x + \frac{160}{562} y = 39 \text{ г}$$

$$0,2878x + 0,285y = 39.$$

$$y = 135,7 - x,$$

$$0,2878x + 0,2847(135,7 - x) = 39.$$

$$0,2878x - 0,2847x = 39 - 38,634,$$

$$0,0031x = 0,36621$$

$$x = 0,36621/0,0031 = 118,132$$

$$y = 17,568$$

Рассчитаем массовые доли солей в исходной смеси:

$$\omega(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{118,132}{135,7} \cdot 100 = 87,054 \%,$$

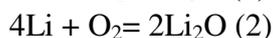
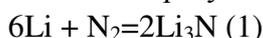
$$\omega(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = \frac{17,568}{135,7} \cdot 100 = 12,946 \%.$$

#### Разбалловка

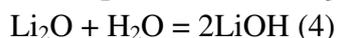
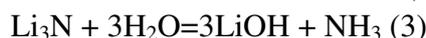
Написание уравнений (1) – (2)	2x 1 б. = 2 б.
Составление системы уравнений для расчета масс солей	2 б.
Решение системы уравнений	4 б.
Расчет массовых долей исходных солей	2 x 1 б. = 2 б.
ИТОГО	10 б.

#### Задача №9-4

Элемент **А** – это литий, что можно понять из его названия и окраски пламени его соединениями. При горении на воздухе литий образует нитрид и оксид:



Полученные соединения активно взаимодействуют с водой с образованием гидроксида лития (**Б**), а в случае гидролиза нитрида лития выделяется аммиак (**В**):



Взаимодействие аммиака с бромом приводит к получению бромид азота (**III**):



$$n(\text{Br}_2) = 48,0 / 160,0 = 0,3 \text{ моль};$$

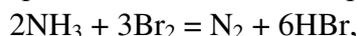
по уравнению (5)  $n(\text{NH}_3) = 0,1$  моль, тогда по уравнению (3)  $n(\text{Li}_3\text{N}) = 0,1$  моль, соответственно образование нитрида по уравнению (1) затрачено:

$$n_1(\text{Li}) = 0,3 \text{ моль}$$

тогда на образование оксида:

$$n_2(\text{Li}) = 3,5/7,0 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

Другим возможным направлением реакции (5) является образование азота и бромоводорода:



однако, если бы реакция шла по этому пути нам бы потребовалось 0,2 моль аммиака и соответственно 0,6 моль лития на образование нитрида, поэтому в данном случае верным является уравнение с образованием бромид азота (**III**).

Рассчитаем массовую долю гидроксида лития в растворе. В соответствии с уравнениями (1) – (4)  $n(\text{LiOH}) = n(\text{Li}) = 0,5$  моль, поэтому  $m(\text{LiOH}) = 12,0$  г.

В процессе гидролиза выделился аммиак в количестве 0,1 моль или 1,7 г

Масса раствора будет складываться из масс воды, оксида и нитрида лития за вычетом массы выделившегося аммиака:

$$m(\text{р-ра}) = 100 + 0,1 \cdot 35 + 0,1 \cdot 30 - 1,7 = 108,2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{LiOH}) = 12,0 / 108,2 = 0,111 \text{ (11,1\%)}$$

#### Разбалловка

Определение веществ <b>А</b> – <b>В</b>	3x1 б. = 3 б.
Написание уравнений (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
Расчет массовой доли гидроксида лития в растворе	2 б.
ИТОГО	10 б.

### Задача №9-5

Рассчитаем фактор Пиллинга–Бэдвордса для оксида никеля и магния.

Для NiO:

$A_{Me} = 59$  г/моль,  $M_{ок} = 59 + 16 = 75$  г/моль,  $n = 1$

$\rho_{Me} = 8,9$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho_{ок} = 6,7$  г/см<sup>3</sup>

$$\alpha = \frac{75 \cdot 8,9}{1 \cdot 59 \cdot 6,7} = 1,7$$

$\alpha$  лежит в интервале  $2,5 > \alpha > 1$ , то есть оксидная пленка является сплошной и обладает защитными свойствами.

Для MgO:

$A_{Me} = 24$  г/моль,  $M_{ок} = 24 + 16 = 40$  г/моль,  $n = 1$

$\rho_{Me} = 1,74$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho_{ок} = 3,6$  г/см<sup>3</sup>

$$\alpha = \frac{40 \cdot 1,74}{1 \cdot 24 \cdot 3,6} = 0,81$$

$\alpha$  не лежит в интервале  $2,5 > \alpha > 1$ , т.е. оксидная пленка не получается сплошной и не обладает защитными свойствами.

Рассчитаем скорость коррозии для никеля, для чего скорость коррозии в г/(м<sup>2</sup>·сутки) разделим на плотность никеля г/м<sup>3</sup>:

$$v_k(Ni) = \frac{1,45}{8,9 \cdot 10^6} \frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{сутки}} \frac{\text{м}^3}{\text{г}} = 1,63 \cdot 10^{-7} \frac{\text{м}}{\text{сутки}}$$

Примем, что 1м=1000 мм, 1 сутки=1/365 дней в году =  $2,74 \cdot 10^{-3}$  года, тогда

$$v_k(Ni) = \frac{1,63 \cdot 10^{-7} \cdot 1000}{2,74 \cdot 10^{-3}} = 5,95 \cdot 10^{-2} \text{ мм/год.}$$

Аналогично для магния, скорость коррозии в г/(м<sup>2</sup>·сутки) разделим на плотность магния г/м<sup>3</sup>:

$$v_k(Mg) = \frac{1,45}{1,74 \cdot 10^6} \frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{сутки}} \frac{\text{м}^3}{\text{г}} = 8,33 \cdot 10^{-7} \frac{\text{м}}{\text{сутки}}$$

$$v_k(Mg) = \frac{8,33 \cdot 10^{-7} \cdot 1000}{2,74 \cdot 10^{-3}} = 30,40 \cdot 10^{-2} \text{ мм/год.}$$

### Разбалловка

Расчет $\alpha$ и вывод о защитных свойствах пленки для MgO и NiO	2x2 б. = 4 б.
Расчет скорости коррозии магния и никеля	2x3 б. = 6 б.
ИТОГО	10 б.