

**Химия 8 класс**  
**Вариант I**

**Задание 1. Решение:**

1. Исходя из описания свойств вещества X, можно сделать вывод, что X –  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , никелевый купорос. Это и подтверждает представленная в задаче электронная конфигурация иона  $\text{Ni}^{2+}$  –  $[\text{Ar}]3d^8$ . Кроме того, в задаче сказано, что масса воды в 1 моле X больше массы металла в 2,15 раза:  $M(\text{H}_2\text{O}) = 58,69 \cdot 2,15 = 126$  г или  $126:18 = 7$  молекул воды.

2. 2 грамма вещества X растворили в 8 моль воды. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

$$n(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m/M = 2/280,75 = 0,0071 \text{ моль}$$

$$n(\text{NiSO}_4) = n(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,0071 \text{ моль}$$

$$m(\text{NiSO}_4) = M(\text{NiSO}_4) \cdot n(\text{NiSO}_4) = 154,75 \text{ г/моль} \cdot 0,0071 \text{ моль} = 1,102 \text{ г}$$

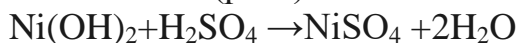
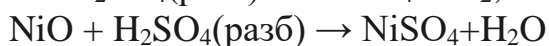
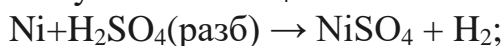
$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 144 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NiSO}_4) = m(\text{NiSO}_4)/(m(\text{NiSO}_4 + m(\text{H}_2\text{O}))) = (1,102 \text{ г}/(144+2)) \cdot 100\% = 0,75 \%$$

3. Реакция 1:  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NiSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$

Реакция 2:  $2\text{NiSO}_4 \rightarrow 2\text{NiO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$

Получение  $\text{NiSO}_4$ :



**Критерии оценивания**

За верное установление формулы вещества X ( $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) – 3 балла (без подтверждения – 1 балла)

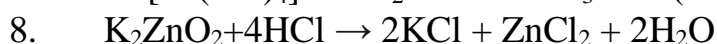
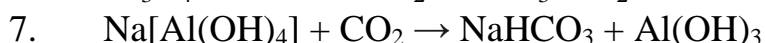
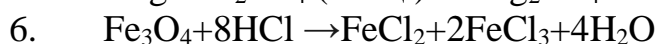
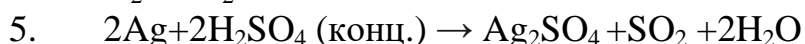
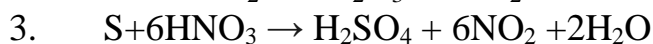
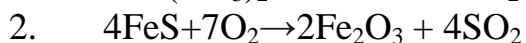
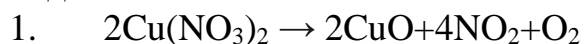
За верный расчет массовой доли соли ( $\text{NiSO}_4$ ) в полученном растворе – 3 балла

За верное написание уравнения реакции 1,2 – по 4 балла – 8 баллов

За адекватные предложенные способы получения  $\text{NiSO}_4$  – по 2 балла за способ – 6 баллов

Итого: 20 баллов

**Задание 2.**



**Критерии оценивания**

За верное написание уравнений реакций (1-10) – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 3.

1. P<sub>4</sub>: 15·4 = 60 e
2. Cr<sup>5+</sup>: 24-5 = 19 e
3. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 16+4·8 - (-2) = 16+32+2=50 e
4. C<sub>84</sub>: 6·84= 504 e
5. IrO<sub>2</sub>: 77+2·8=93 e
6. OgF<sub>4</sub>: 118+ 9·4= 154 e
7. XeF<sub>6</sub>: 54+9·6=108 e
8. Ag<sub>2</sub>C<sub>2</sub>: 47·2+6·2=106 e
9. Xe<sup>2+</sup>: 54-2 = 52 e
10. UO<sub>2</sub><sup>2+</sup>: 92+2·8 - 2 =106 e

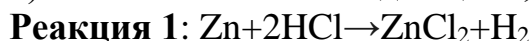
### Критерии оценивания

За каждое верное определение количества электронов в молекулах или ионах – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 4.

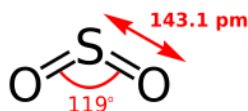
1) В состав монеты входит цинк, который и реагирует с HCl по реакции



Оставшаяся часть монеты представляет собой медь, которая и реагирует с серной кислотой



Выделившийся газ X - SO<sub>2</sub>



по уравнению Клапейрона-Менделеева рассчитаем n(SO<sub>2</sub>)

Переводим 25°C в К: 273+25°C= 298 К

$$n(SO_2)=pV/RT=(101.3 \text{ кПа}\cdot 0,54 \text{ л}) / (8,314 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})\cdot 298 \text{ К})=546715,5/2477,6 = 0,022 \text{ моль}$$

б)  $n(SO_2)=n(Cu)$

Масса меди в монете:

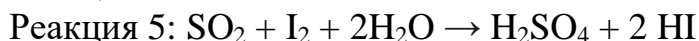
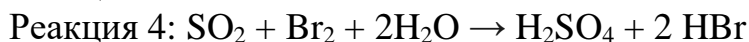
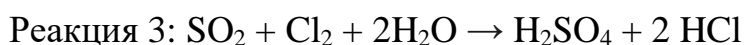
$$m(Cu)= n(Cu)\cdot M(Cu)=0.022 \text{ моль}\cdot 64 \text{ г/моль}= 1,408 \text{ г}$$

Массовая доля меди в монете:

$$\omega(Cu) = m(Cu)/m(\text{монеты})= 1,408/3,6=0,203=39,1 \%$$

Массовая доля цинка в монете:

$$\omega(Zn)=100\%-\omega(Cu)=100\%-39,1\%=60,9 \%$$



### Критерии оценивания

За верный расчет массовых долей меди и цинка в монете – 6 баллов

За верное написание уравнений реакций 1-6 -по 2 балла – 12 баллов

За верное изображение графической формулы газа X – 2 балла

Итого: 20 баллов

### **Задание 5.**

1. Литий
2. Гемоглобин
3. Кюри
4. Кислота
5. Ступка
6. Электрон
7. Оксид
8. Нейтрон
9. Кобальт
10. Колба
11. Плутоний
12. Пробирка
13. Цезий
14. Железо
15. Электролиз
16. Протон
17. Соль
18. Натрий
19. Сера
20. Магний

### **Критерии оценивания**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

## Химия 8 класс Вариант II

### Задание 1.

1. Исходя из описания свойств вещества X, можно сделать вывод, что X –  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , кобальтовый купорос. Это и подтверждает представленная в задаче электронная конфигурация иона  $\text{Co}^{2+}$  -  $[\text{Ar}]3d^7$ . Кроме того, в задаче сказано, что масса воды в 1 моле X больше массы металла в 1,4 раза:  $M(\text{H}_2\text{O}) = 58,9 \cdot 2,14 = 126$  г или  $126:18 = 7$  молекул воды..

2. 3 грамма вещества X растворили в 6 моль воды. Рассчитаем массовую долю соли в полученном растворе.

$$n(\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m/M = 3/281,10 = 0,0106 \text{ моль}$$

$$n(\text{CoSO}_4) = n(\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,0106 \text{ моль}$$

$$m(\text{CoSO}_4) = M(\text{CoSO}_4) \cdot n(\text{CoSO}_4) = 155 \text{ г/моль} \cdot 0,0106 \text{ моль} = 1,654 \text{ г}$$

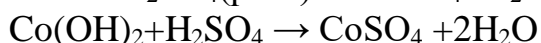
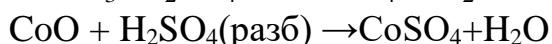
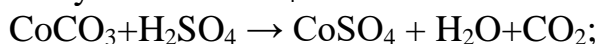
$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 6 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 108 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CoSO}_4) = m(\text{CoSO}_4)/(m(\text{CuSO}_4 + m(\text{H}_2\text{O}))) = (1,654 \text{ г}/(108+3)) \cdot 100\% = 1,49 \%$$

3. Реакция 1:  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CoSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$

Реакция 2:  $3\text{CoSO}_4 \rightarrow \text{Co}_3\text{O}_4 + 3\text{SO}_2 + \text{O}_2$

Получение  $\text{CoSO}_4$ :



### Критерии оценивания

За верное установление формулы вещества X ( $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) – 3 балла (без подтверждения – 1 балла)

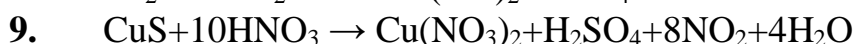
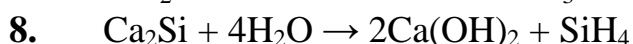
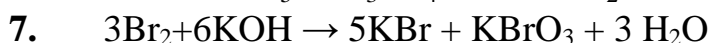
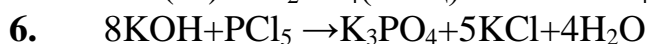
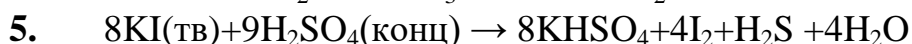
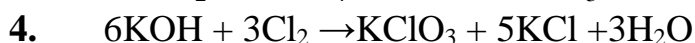
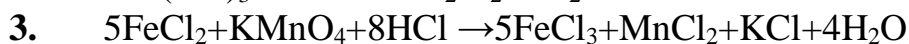
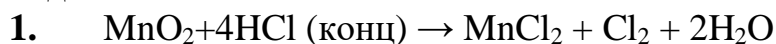
За верный расчет массовой доли соли ( $\text{CoSO}_4$ ) в полученном растворе – 3 балла

За верное написание уравнения реакции 1,2 – по 4 балла – 8 баллов

За адекватные предложенные способы получения  $\text{CoSO}_4$  – по 2 балла за способ – 6 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 2.



### Критерии оценивания

За верное написание уравнений реакций (1-10) – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 3.

1. S<sub>8</sub>: 16·8 = 128 e
2. Cr<sup>3+</sup>: 24-3 = 21 e
3. SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>: 16+3·8 - (-2) = 16+24+2=42 e
4. C<sub>60</sub>: 6·60= 360 e
5. PtF<sub>6</sub>: 78+6·9 =132 e
6. Mc<sup>3+</sup>: 115-3= 112 e
7. XeF<sub>2</sub>: 54+9·2=72 e
8. B<sub>4</sub>C: 5·4+6=26 e
9. Xe<sup>6+</sup>: 54-6 = 48 e
10. VO<sup>2+</sup>: 23+8 - 2 =29 e

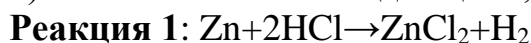
### Критерии оценивания

За каждое верное определение количества электронов в молекулах или ионах – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 4.

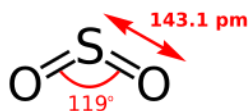
1) В состав монеты входит цинк, который и реагирует с HCl по реакции



Оставшаяся часть монеты представляет собой медь, которая и реагирует с серной кислотой



Выделившийся газ X - SO<sub>2</sub>



по уравнению Клапейрона-Менделеева рассчитаем n(SO<sub>2</sub>)

Переводим 19 °C в K: 273+19°C= 292 K

$$n(SO_2)=pV/RT=(101.3 \text{ кПа}\cdot 0,27 \text{ л}) / (8,314 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})\cdot 292 \text{ K})=27,351/2427,7 = 0,011 \text{ моль}$$

б)  $n(SO_2)=n(Cu)$

Масса меди в монете:

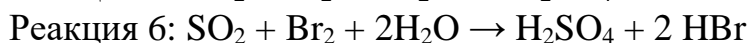
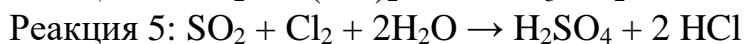
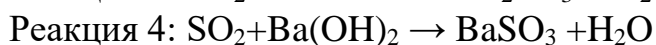
$$m(Cu)=n(Cu)\cdot M(Cu)=0.011 \text{ моль}\cdot 64 \text{ г/моль}= 0,72 \text{ г}$$

Массовая доля меди в монете:

$$\omega(Cu) = m(Cu)/m(\text{монеты})= 0,72 / 2,1=0,203=34,2 \%$$

Массовая доля цинка в монете:

$$\omega(Zn)=100\%-\omega(Cu)=100\%-34,2\%=65,8 \%$$



### Критерии оценивания

За верный расчет массовых долей меди и цинка в монете – 6 баллов

За верное написание уравнений реакций 1-6 -по 2 балла – 12 баллов

За верное изображение графической формулы газа X – 2 балла

Итого: 20 баллов

### **Задание 5.**

1. Термохромизм
2. Индикатор
3. Сублимация
4. Пероксид
5. Ртуть
6. Щелочи
7. Кобальт
8. Палладий
9. Хром
10. Лавуазье
11. Кремний
12. Стронций
13. Спиртовка
14. Ванадий
15. Гольмий
16. Основание
17. Фосфор
18. Бром
19. Марганец
20. Бор

### **Критерии оценивания**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

## Химия 8 класс Вариант III

### Задание 1.

1. Исходя из описания свойств вещества X, можно сделать вывод, что X –  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , медный купорос. Это и подтверждает представленная в задаче электронная конфигурация иона  $\text{Cu}^{2+}$  –  $[\text{Ar}]3d^9$ . Кроме того, в задаче сказано, что масса воды в 1 моле X больше массы металла в 1,4 раза:  $M(\text{H}_2\text{O}) = 64 \cdot 1,4 = 90$  г или  $90:18 = 5$  молекул воды..

2. 3 грамма вещества X растворили в 8 моль воды. Рассчитаем массовую долю соли в полученном растворе.

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m/M = 3/249,69 = 0,012 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,012 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4) \cdot n(\text{CuSO}_4) = 159,6 \text{ г/моль} \cdot 0,012 \text{ моль} = 1,917 \text{ г}$$

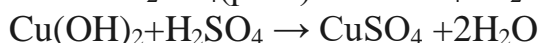
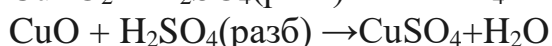
$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 144 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4)/(m(\text{CuSO}_4 + m(\text{H}_2\text{O}))) = (1,917 \text{ г}/(144+3)) \cdot 100\% = 1,304 \%$$

3. Реакция 1:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$

Реакция 2:  $2\text{CuSO}_4 \rightarrow 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$

Получение  $\text{CuSO}_4$ :



### Критерии оценивания

За верное установление формулы вещества X ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) – 3 балла (без подтверждения расчетом – 1 балла)

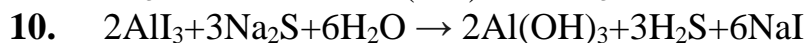
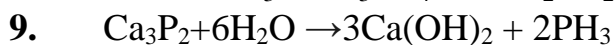
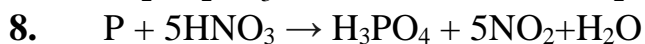
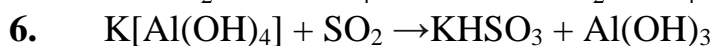
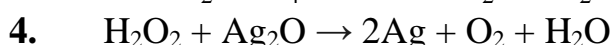
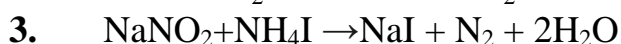
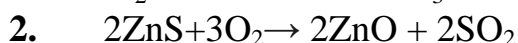
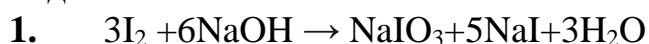
За верный расчет массовой доли соли ( $\text{CuSO}_4$ ) в полученном растворе – 3 балла

За верное написание уравнения реакции 1,2 – по 4 балла – 8 баллов

За адекватные предложенные способы получения  $\text{CuSO}_4$  – по 2 балла за способ – 6 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 2.



### Критерии оценивания

За верное написание уравнений реакций (1-10) – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 3.

1.  $\text{Cl}_2$ :  $17 \cdot 2 = 34 \text{ e}$
2.  $\text{Dy}^{3+}$ :  $66 - 3 = 63 \text{ e}$
3.  $\text{NO}_3^-$ :  $7 + 3 \cdot 8 - (-1) = 32 \text{ e}$
4.  $\text{C}_{540}$ :  $6 \cdot 540 = 3240 \text{ e}$
5.  $\text{SF}_6$ :  $16 + 6 \cdot 9 = 70 \text{ e}$
6.  $\text{Sn}^{2+}$ :  $112 - 3 = 109 \text{ e}$
7.  $\text{ClF}_5$ :  $17 + 9 \cdot 5 = 62 \text{ e}$
8.  $\text{LiF}$ :  $3 + 9 = 12 \text{ e}$
9.  $\text{NF}_4^+$ :  $7 + 9 \cdot 4 - 1 = 42 \text{ e}$
10.  $\text{MoO}_2^{2+}$ :  $42 + 8 \cdot 2 - 2 = 56 \text{ e}$

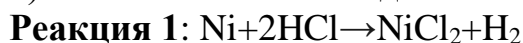
### Критерии оценивания

За каждое верное определение количества электронов в молекулах или ионах – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 4.

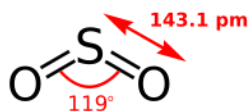
1) В состав монеты входит никель, который и реагирует с  $\text{HCl}$  по реакции



Оставшаяся часть монеты представляет собой медь, которая и реагирует с серной кислотой



Выделившийся газ X -  $\text{SO}_2$



по уравнению Клапейрона-Менделеева рассчитаем  $n(\text{SO}_2)$

Переводим  $30^\circ\text{C}$  в К:  $273 + 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$

$$n(\text{SO}_2) = pV/RT = (101.3 \text{ кПа} \cdot 0,27 \text{ л}) / (8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K}) \cdot 303 \text{ K}) = 29,276/2427,7 = 0,012 \text{ моль}$$

б)  $n(\text{SO}_2) = n(\text{Cu})$

Масса меди в монете:

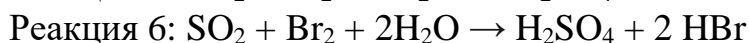
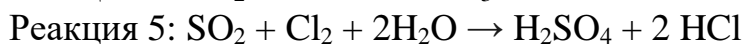
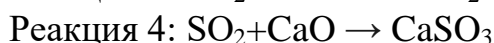
$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0.012 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 0,74 \text{ г}$$

Массовая доля меди в монете:

$$\omega(\text{Cu}) = m(\text{Cu})/m(\text{монеты}) = 0,74 / 2 = 0,37 = 37,0 \%$$

Массовая доля никеля в монете:

$$\omega(\text{Ni}) = 100\% - \omega(\text{Cu}) = 100\% - 34,2\% = 65,8 \%$$



### Критерии оценивания

За верный расчет массовых долей меди и никеля в монете – 6 баллов



За верное написание уравнений реакций 1-6 -по 2 балла – 12 баллов

За верное изображение графической формулы газа X – 2 балла

Итого: 20 баллов

### **Задание 5.**

1. Мышьяк
2. Фильтрование
3. Протий
4. Электроотрицательность
5. Хлор
6. Ион
7. Кокс
8. Платина
9. Кислород
10. Муфель
11. Фтор
12. Орбиталь
13. Изотопы
14. Электрон
15. Гематит
16. Атом
17. Нитриды
18. Аммиак
19. Магнетит
20. Титан

### **Критерии оценивания**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

**Химия 8 класс**  
**Вариант IV**

**Задание 1.**

1. Исходя из описания свойств вещества X, можно сделать вывод, что X –  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , железный купорос. Это и подтверждает представленная в задаче электронная конфигурация иона  $\text{Fe}^{2+}$ -[Ar]3d<sup>6</sup>. Кроме того, в задаче сказано, что масса воды в 1 моле X больше массы металла в 1,4 раза:  $M(\text{H}_2\text{O}) = 55,8 \cdot 2,26 = 126$  г или  $126:18 = 7$  молекул воды..

2. 1 грамм вещества X растворили в 4 моль воды. Рассчитаем массовую долю соли в полученном растворе.

$$n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m/M = 1/278,015 = 0,0039 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,00359 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = M(\text{FeSO}_4) \cdot n(\text{FeSO}_4) = 151,91 \text{ г/моль} \cdot 0,0035 \text{ моль} = 0,546 \text{ г}$$

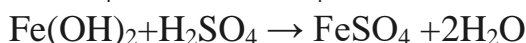
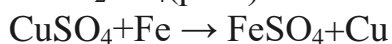
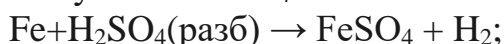
$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 72 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeSO}_4) = m(\text{FeSO}_4)/(m(\text{FeSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})) = (0,546 \text{ г}/(72+1)) \cdot 100\% = 0,748\%$$

3. Реакция 1:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$

Реакция 2:  $4\text{FeSO}_4 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2 + \text{O}_2$

Получение  $\text{FeSO}_4$ :



**Критерии оценивания**

За верное установление формулы вещества X ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) – 3 балла (без подтверждения – 1 балла)

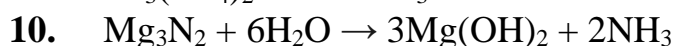
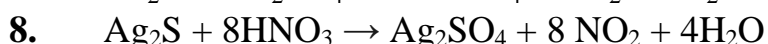
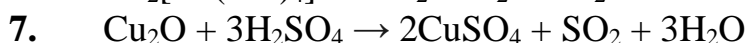
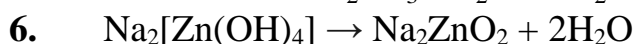
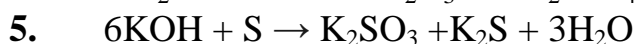
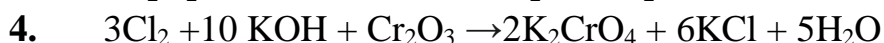
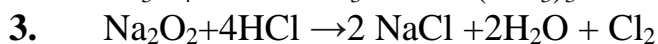
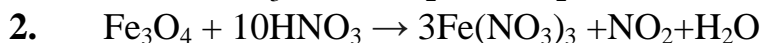
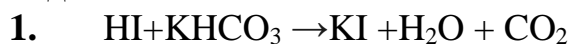
За верный расчет массовой доли соли ( $\text{FeSO}_4$ ) в полученном растворе – 3 балла

За верное написание уравнения реакции 1,2–по 4 балла – 8 баллов

За адекватные предложенные способы получения  $\text{FeSO}_4$  – по 2 балла за способ – 6 баллов

Итого: 20 баллов

**Задание 2.**



**Критерии оценивания**

За верное написание уравнений реакций (1-10) – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 3.

1.  $C_{60}$ :  $6 \cdot 60 = 360 e$
2.  $Ce^{3+}$ :  $58 - 3 = 55 e$
3.  $S_8$ :  $8 \cdot 16 = 128 e$
4.  $VO_2^+$ :  $23 + 8 \cdot 2 - 1 = 38 e$ .
5.  $He^{2+}$ :  $0 e$
6.  $Ds^{2+}$ :  $110 - 2 = 108 e$
7.  $NO_2$ :  $7 + 16 = 23 e$
8.  $CaF_2$ :  $20 + 2 \cdot 9 = 38 e$
9.  $TiO_2$ :  $22 + 8 \cdot 2 = 38 e$
10.  $OsO_2$ :  $76 + 2 \cdot 8 = 92 e$

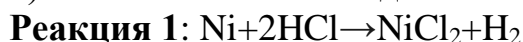
### Критерии оценивания

За каждое верное определение количества электронов в молекулах или ионах – по 2 балла – 20 баллов

Итого: 20 баллов

### Задание 4.

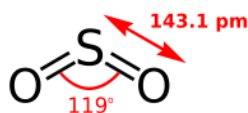
1) В состав монеты входит никель, который и реагирует с HCl по реакции



Оставшаяся часть монеты представляет собой медь, которая и реагирует с серной кислотой



Выделившийся газ X -  $SO_2$



по уравнению Клапейрона-Менделеева рассчитаем  $n(SO_2)$

Переводим  $24^\circ C$  в K:  $273 + 24^\circ C = 297 K$

$$n(SO_2) = pV/RT = (101.3 \text{ кПа} \cdot 0,18 \text{ л}) / (8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot K) \cdot 297 K) = 18,234 / 2469,3 = 0,007 \text{ моль}$$

б)  $n(SO_2) = n(Cu)$

Масса меди в монете:

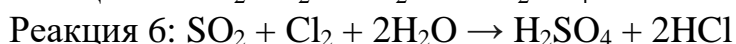
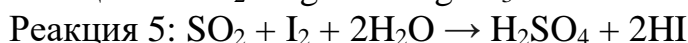
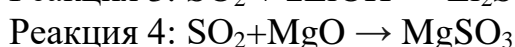
$$m(Cu) = n(Cu) \cdot M(Cu) = 0,007 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 0,473 \text{ г}$$

Массовая доля меди в монете:

$$\omega(Cu) = m(Cu) / m(\text{монеты}) = 0,473 / 1,5 = 0,315 = 31,5 \%$$

Массовая доля никеля в монете:

$$\omega(Ni) = 100\% - \omega(Cu) = 100\% - 31,5\% = 68,5 \%$$



### Критерии оценивания

За верный расчет массовых долей меди и никеля в монете – 6 баллов

За верное написание уравнений реакций 1-6 -по 2 балла – 12 баллов

За верное изображение графической формулы газа X – 2 балла

Итого: 20 баллов

### **Задание 5.**

1. Калифорний
2. Галлий
3. Период
4. Алмаз
5. Щелочи
6. Магний
7. Дистилляция
8. Пниктогены
9. Олово
10. Алюминий
11. Европий
12. Халькогены
13. Выпаривание
14. Соли
15. Хемофобия
16. Катализатор
17. Группа
18. Протон
19. Ломоносов
20. Сера

### **Критерии оценивания**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

## Химия 9 класс Вариант I

### Задание 1.

1. Исходя из описания физических и химических свойств простых веществ, речь идет об элементах 16 (VI A) группы ПСХЭ: **X = S (сера), Y = Se (селен), Z = Te (теллур)**.

Сера имеет несколько аллотропных модификаций. Предположим, что речь идет о ромбической сере - S<sub>8</sub>, тогда M(A) = M(S<sub>8</sub>) = 8 · 32 = 256 г/моль.

Если Y = Se (селен) (M(Se) = 78,96 г/моль, а Z = Te (теллур) (M(Te) = 127,6 г/моль, то M(A) : M(B) : M(C) = M(S<sub>8</sub>) : M(Se) : M(Te) = 256,00 : 78,96 : 127,60 = 3,242 : 1 : 1,616. Таким образом, **A – S<sub>8</sub>, B – Se, C – Te**

2. По группе кислородсодержащих кислот сверху вниз сила кислот, содержащих элементы в высшей ст.ок., уменьшается в ряду S-Se-Te, (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pKa<sub>1</sub>=-3.1; pKa<sub>2</sub>=1.92) – H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> (pKa<sub>1</sub>=-2; pKa<sub>2</sub>=2.01) – H<sub>6</sub>TeO<sub>6</sub> (pKa<sub>1</sub>=7.68; pKa<sub>2</sub>=11.3)). что объясняется увеличением в аналогичном направлении металлических свойств у элементов (вследствие роста радиуса атома) и, как следствие этого, возрастанием основности их кислородсодержащих соединений.

Сила бескислородных кислот в главных подгруппах с ростом атомного номера элемента возрастает, так как при увеличении радиуса Э происходит ослабление связи Э-Н.

(H<sub>2</sub>S (pKa<sub>1</sub> =7; pKa<sub>2</sub> =14.2) – H<sub>2</sub>Se (pKa<sub>1</sub>=4; pKa<sub>2</sub>=11.0) – H<sub>2</sub>Te (pKa<sub>1</sub> =3.0; pKa<sub>2</sub>=10.7)): Te-Se-S,

3. Реакция 1: 3S+6NaOH → 2Na<sub>2</sub>S+Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>+3H<sub>2</sub>O

Реакция 2: 3Se+6NaOH → 2Na<sub>2</sub>Se+Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>+3H<sub>2</sub>O

Реакция 3: 3Te+6NaOH → 2Na<sub>2</sub>Te+Na<sub>2</sub>TeO<sub>3</sub>+3H<sub>2</sub>O

Реакция 4: 3Te + 4HNO<sub>3</sub> + 18HCl → 3H<sub>2</sub>TeCl<sub>6</sub> + 4NO + 8H<sub>2</sub>O

Реакция 5: Se + O<sub>2</sub> → SeO<sub>2</sub>

Реакция 6: Te + O<sub>2</sub> → TeO<sub>2</sub>

### Критерии оценивания

За верное определение элементов **X,Y,Z**, а также простых веществ **A-C**, подтвержденное расчетом – 2 балла

(За верное определение элементов **X,Y,Z**, а также простых веществ **A-C**, НЕ подтвержденное расчетом – 1 балл)

За верное расположение элементов **X, Y, Z** в порядке уменьшения силы образуемых кислородсодержащих и бескислородных кислот - по 1 баллу – 2 балла

За верное написание уравнений реакций 1-6 – по 2 балла – 12 баллов

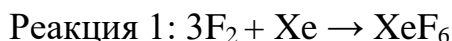
Итого: 16 баллов

### Задание 2.

Ниже приведены цепочки превращений, в которых все зашифрованные буквами вещества, кроме **C**, являются соединениями «разрушительного элемента».

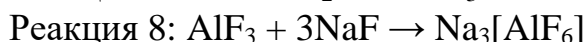
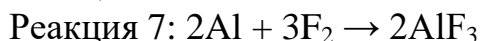
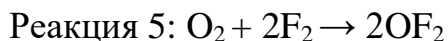
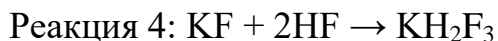
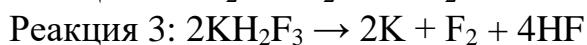
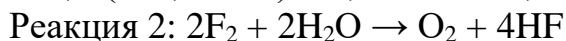
1.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
F <sub>2</sub>	XeF <sub>6</sub>	O <sub>2</sub>	HF	KF	OF <sub>2</sub>	NaF	AlF <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	Na <sub>2</sub> [SiF <sub>6</sub> ]



$$\omega(Xe) = \frac{Ar(Xe)}{Ar(Xe) + n(F)} = \frac{131,3}{131,3 + 19n} = 0,536$$

$$131,3 / (131,3 + 19n) = 0,536 \rightarrow 131,3 = 70,37 + 10,184n \rightarrow 60,93 = 10,184n \rightarrow n = 5,98 = 6$$



2. Вещество **I** – гексафтороалюминат натрия  $Na_3[AlF_6]$ . Его тривиальное название – криолит, это вещество используют при получении алюминия из расплава оксида алюминия. Криолит необходим для существенного понижения температуры плавления расплава, подвергаемого электролизу, а также для повышения электропроводимости расплава

### Критерии оценивания

За верное определение веществ **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J** – по 1 баллу – 10 баллов

За верное написание уравнений химических реакций 1, 4, 5, 7 – по 1 баллу – 4 балла

За верное написание уравнений химических реакций 2, 3, 6, 8, 9 – по 2 балла – 10 баллов

За верное указание тривиального названия вещества **I** ( $Na_3[AlF_6]$ ) и сферы применимости данного соединения – 1 балл

Итого: 25 баллов

### Задание 3.

Поскольку число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия, запишем формулу **X**:  $M_x Al_{2x} O_y$ .

Согласно принципу электронейтральности:  $2 \cdot Z(Al^{3+}) + Z(M) \cdot x = Z(O^{2-}) \cdot y$

Таким образом,  $2 \cdot 3 + Z(M) \cdot x = 2y$

$6 + Z(M) \cdot x = 2y$ .

Подберем  $y$ , сравнив значения  $2y$  и  $6 + Z(M) \cdot x$

$y$	$2y$	$6 + Z(M) \cdot x$
1	2	>6
2	4	>6
3	6	>6
<b>4</b>	<b>8</b>	<b>&gt;6</b>

Условием электронейтральности удовлетворяет  $y=4$ , поскольку металл в алюминате не может проявлять с.о 0 или отрицательное значение.

Тогда  $6+ Z(M) \cdot x = 8 \rightarrow Z(M) \cdot x = 2 \rightarrow$  при  $x=1$  получается, что металл проявляет с.о +2, так как  $Z(M) = 2. \rightarrow \text{MAl}_2\text{O}_4$ .

$M(\text{MAl}_2\text{O}_4) = M(M) + 2 \cdot 27 + 4 \cdot 16 = (M+54+64)$  г/моль

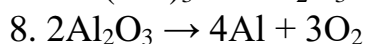
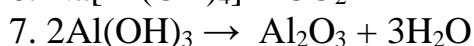
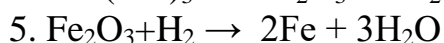
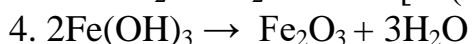
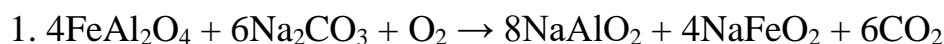
Допустим, что количество  $X - 1$  моль, тогда  $m(\text{MAl}_2\text{O}_4) = (M+54+64)$  г. Помним, что

$\omega(\text{O}) = 36,82\%$ , тогда  $\omega(\text{O}) = 64/(M+54+64) = 0,3682$

$64/(M+54+64) = 0,3682$

$(M+54+64) = 173,82$

$M = 55,8$  г/моль, что соответствует железу  $\rightarrow X - \text{FeAl}_2\text{O}_4$



#### Критерии оценивания

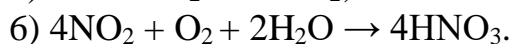
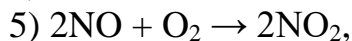
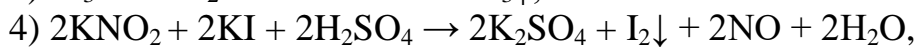
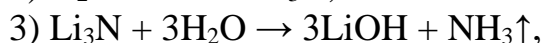
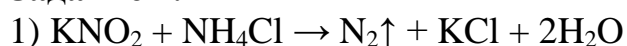
За верное установление веществ **X, Y, Z** – по 1 баллу – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1,2,3,5,6,8,9 – по 2 балла – 14 баллов

За верное написание уравнений реакций 4,7 – по 1 баллу – 2 балла

Итого: 19 баллов

#### Задание 4.



$X - \text{NO}$ ,  $Y - \text{N}_2$

#### Критерии оценивания

За каждое верно написанное уравнение реакции – по 3 балла – 18 баллов.

За установление веществ **X, Y** – по 1 баллу – 2 балла

Итого: 20 баллов

#### Задание 5.

1. Плутоний

2. Астат

3. Пипетка

4. Промывалка

5. Пниктогены
6. Золото
7. Молибден
8. Калий
9. Диспрозий
10. Галлий
11. Кремний
12. Европий
13. Хром
14. Ртуть
15. Мышьяк
16. Хлор
17. Натрий
18. Люминофор
19. Медь
20. Осмий

**Критерии оценивания.**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов



## Химия 9 класс Вариант II

### Задание 1.

1. Исходя из описания физических и химических свойств простых веществ, речь идет об элементах 3 периода ПСХЭ: **X = S (сера), Y = Cl (хлор), Z = P (фосфор)**.

Предположим, что речь идет о ромбической сере ( $M(A) = M(S_8) = 8 \cdot 32 = 256$  г/моль), хлоре ( $M(Y) = M(Cl_2) = 2 \cdot 35,5 = 71$  г/моль) и белом фосфоре ( $M(Z) = M(P_4) = 4 \cdot 31 = 124$  г/моль)

$M(A) : M(B) : M(C) = M(S_8) : M(Cl_2) : M(P_4) = 256,00:71,00:124,00 = 3,605:1,000:1,746$ . Таким образом, **A – S<sub>8</sub>, B – Cl<sub>2</sub>, C – P<sub>4</sub>**

2. По периоду слева направо сила высших кислородсодержащих кислот увеличивается соответственно увеличению заряда и уменьшению размера центрального атома: **P-S-Cl**

(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (pKa<sub>1</sub>=2.12; pKa<sub>2</sub>=7.21; pKa<sub>3</sub>=12.67) – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pKa<sub>1</sub>=-3; pKa<sub>2</sub>=1,92) – HClO<sub>4</sub> (pKa<sub>1</sub>=-10)

Сила бескислородных кислот по периоду слева направо сила бескислородных кислот возрастает (PH<sub>3</sub> - основание (pKa<sub>1</sub>=27); H<sub>2</sub>S (pKa<sub>1</sub> =7; pKa<sub>2</sub> =14.2) – HCl (pKa<sub>1</sub>=-10: **P-S-Cl**,

3. Реакция 1:  $3S_8 + 48KOH \rightarrow 16K_2S + 8K_2SO_3 + 24H_2O$  (или  $3S + 6KOH \rightarrow 2K_2S + K_2SO_3 + 3H_2O$

Реакция 2:  $3Cl_2 + 6KOH \rightarrow 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$

Реакция 3:  $P_4 + 3KOH + 3H_2O \rightarrow PH_3 \uparrow + 3KH_2PO_2$  (газ PH<sub>3</sub> имеет относительная плотность по воздуху 1,17.  $29 \text{ г/моль} \cdot 1,17 = 34 \text{ г/моль}$ ,  $M(KH_2PO_2) = 104,09 \text{ г/моль}$ )

Реакция 4:  $S + 2H_2SO_4 (\text{конц}) \rightarrow 3SO_2 + 2H_2O$

Реакция 5:  $P_4 + 6Cl_2 \rightarrow 4PCl_3$  (или  $2P + 3Cl_2 \rightarrow 2PCl_3$ ;  $P_4 + 10Cl_2 \rightarrow 4PCl_5$ ;  $2P + 5Cl_2 \rightarrow 2PCl_5$ )

Реакция 6:  $S + Cl_2 \rightarrow SCl_2$  (или  $2S + Cl_2 \rightarrow S_2Cl_2$ ;  $nS + Cl_2 \rightarrow S_nCl_2$ )

### Критерии оценивания

За верное определение элементов **X, Y, Z**, а также простых веществ **A-C**, подтвержденное расчетом – 2 балла

(За верное определение элементов **X, Y, Z**, а также простых веществ **A-C**, НЕ подтвержденное расчетом – 1 балл)

За верное расположение элементов **X, Y, Z** в порядке уменьшения силы образуемых кислородсодержащих и бескислородных кислот - по 1 баллу – 2 балла

За верное написание уравнений реакций 1-6 – по 2 балла – 12 баллов

Итого: 16 баллов

### Задание 2.

1.

A	B	C	D	F	G	H	I	J
F <sub>2</sub>	SiF <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	HF	OF <sub>2</sub>	NaF	AlF <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	XeF <sub>2</sub>

Реакция 1:  $CaCO_3 + 2HF \rightarrow CaF_2 + CO_2 + H_2O$

Реакция 2:  $\text{CaF}_2 \rightarrow \text{Ca} + \text{F}_2$

Реакция 3:  $\text{F}_2 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 + \text{O}_2$

$\omega(\text{F}) = n_{\text{Ar}}(\text{F})/\text{Ar}(\text{Si}) + n(\text{F}) = 19n/(28+19n) = 0,731 \rightarrow 19n=20,568+13,889n \rightarrow 19n-13,889n=20,568; 5,111n=20,568 \rightarrow n = 4$

Реакция 4:  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{HF}$

Реакция 5:  $\text{O}_2 + 2\text{F}_2 \rightarrow 2\text{OF}_2$

Реакция 6:  $\text{OF}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaF} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Реакция 7:  $2\text{Al} + 3\text{F}_2 \rightarrow 2\text{AlF}_3$

Реакция 8:  $\text{AlF}_3 + 3\text{NaF} \rightarrow \text{Na}_3[\text{AlF}_6]$

Реакция 9:  $2\text{Xe} + 2\text{OF}_2 \rightarrow 2\text{XeF}_2 + \text{O}_2$

Реакция 10:  $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

2. Вещество **I** – гексафтороалюминат натрия  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ . Его тривиальное название – криолит, это вещество используют при получении алюминия из расплава оксида алюминия. Криолит необходим для существенного понижения температуры плавления расплава, подвергнутого электролизу, а также для повышения электропроводимости расплава

### Критерии оценивания

За верное определение веществ **A, B, C, D, F, G, H, I, J** – по 1 баллу – 9 баллов

За верное написание уравнений химических реакций 1,4,5,7,10 – по 1 баллу – 5 баллов

За верное написание уравнений химических реакций 2,3,6,8,9 – по 2 балла – 10 баллов

За верное указание тривиального названия вещества **I** ( $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ) и сферы применимости данного соединения – 1 балл

Итого: 25 баллов

### Задание 3.

Поскольку число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия, запишем формулу **X**:  $\text{M}_x\text{Al}_{2x}\text{O}_y$ .

Согласно принципу электронейтральности:  $2 \cdot Z(\text{Al}^{3+}) + Z(\text{M}) \cdot x = Z(\text{O}^{2-}) \cdot y$

Таким образом,  $2 \cdot 3 + Z(\text{M}) \cdot x = 2y$

$6 + Z(\text{M}) \cdot x = 2y$ .

Подберем  $y$ , сравнив значения  $2y$  и  $6 + Z(\text{M}) \cdot x$

$y$	$2y$	$6 + Z(\text{M}) \cdot x$
1	2	$>6$
2	4	$>6$
3	6	$>6$
4	8	$>6$

Условием электронейтральности удовлетворяет  $y=4$ , поскольку металл в алюминате не может проявлять с.о 0 или отрицательное значение.

Тогда  $6+ Z(M) \cdot x = 8 \rightarrow Z(M) \cdot x = 2 \rightarrow$  при  $x=1$  получается, что металл проявляет с.о +2, так как  $Z(M) = 2. \rightarrow MAl_2O_4$ .

$M(MAl_2O_4) = M(M) + 2 \cdot 27 + 4 \cdot 16 = (M+54+64)$  г/моль

Допустим, что количество  $X - 1$  моль, тогда  $m(MAl_2O_4) = (M+54+64)$  г. Помним, что

$\omega(O) = 36,2 \%$ , тогда  $\omega(O) = 64/(M+54+64) = 0,362$

$64/(M+54+64) = 0,362$

$(M+54+64) = 176,79$

$M = 58,9$  г/моль, что соответствует кобальту  $\rightarrow X - CoAl_2O_4$ . Кроме того,  $M(CoO) = 74,93$  г/моль,  $M(CoCl_2) = 129,84$  г/моль.

1.  $NaAlO_2 + 2H_2O \rightarrow Na[Al(OH)_4]$  (или  $Na_3[Al(OH)_6]$ )

2.  $Na[Al(OH)_4] + CO_2 \rightarrow NaHCO_3 + Al(OH)_3$  (или  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ )

3.  $2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$

4.  $CoO + Al_2O_3 \rightarrow CoAl_2O_4$

5.  $CoCl_2 + 2Na[Al(OH)_4] \rightarrow Co(OH)_2 \downarrow + 2Al(OH)_3 \downarrow + 2NaCl$

6.  $Co(OH)_2 + 2Al(OH)_3 \rightarrow CoAl_2O_4 + 4H_2O$

7.  $Na[Al(OH)_4] + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_3 + Al(OH)_3 + H_2O$

8.  $3Na[Al(OH)_4] + AlCl_3 \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3NaCl$

#### Критерии оценивания

За верное установление веществ **X, Y, Z** – по 1 баллу – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1-8 – по 2 балла – 16 баллов

Итого: 19 баллов

#### Задание 4.

1)  $S + O_2 \rightarrow SO_2$

2)  $SO_2 + Cl_2 \rightarrow SO_2Cl_2$ ,

3)  $SO_2Cl_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl$

4)  $3S + 2Al \rightarrow Al_2S_3$

5)  $Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2S$

6)  $2H_2S + SO_2 \rightarrow 2H_2O + 3S$

$X - SO_2$ ,  $Y - H_2O$ ,  $Z - S$ .

#### Критерии оценивания

За каждое верно написанное уравнение реакции – по 3 балла – 18 баллов.

За установление веществ **X** и **Y** – по 1 баллу – 2 балла

Итого: 20 баллов

#### Задание 5.

1. Галлий

2. Свинец

3. Стронций

4. Серебро

5. Вольфрам
6. Хром
7. Халькогены
8. Лантаноиды
9. Платина
10. Электрон
11. Ксенон
12. Наночастица
13. Галогены.
14. Иридий
15. Углерод
16. Никель
17. Радий
18. Позитрон
19. Бор
20. Калий

**Критерии оценивания.**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

## Химия 9 класс Вариант III

### Задание 1.

1. Исходя из описания физических и химических свойств простых веществ, речь идет об элементах 15 группы ПСХЭ: **X = N (азот), Y = P (фосфор), Z = As (мышьяк)**.

Фосфор имеет несколько аллотропных модификаций. Предположим, что речь идет о белом фосфоре – P<sub>4</sub>, тогда M(B) = M(P<sub>4</sub>) = 4 · 31 = 124 г/моль.

Если X=N, то A = N<sub>2</sub> (азот) (M(N<sub>2</sub>) = 28 г/моль) а Z = As (мышьяк) (M(C) = M(As) = 75 г/моль, то

M(A) : M(B) : M(C) = M(N<sub>2</sub>) : M(P<sub>4</sub>) : M(As) = 28:124:75 = 1,000:4,428:2,678. Таким образом, **A – N<sub>2</sub>, B – P<sub>4</sub>, C – As**

2. По группе кислородсодержащих кислот сверху вниз сила кислот уменьшается, объясняется это увеличением в аналогичном направлении металлических свойств у элементов и, как следствие этого, возрастанием основности их кислородсодержащих соединений. As-P-N

(HNO<sub>3</sub> (pKa1=-1.64) – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (pKa1= 2,12;pKa2= 7,20; pKa3= 12.32) – H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> (pKa1= 2,32;pKa2= 6,85; pKa3= 11.5)

3. Реакция 1: P<sub>4</sub> + 3NaOH + 3H<sub>2</sub>O → PH<sub>3</sub>↑ + 3NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub> (или 4P + 3NaOH + 3H<sub>2</sub>O → 3NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub> + PH<sub>3</sub>↑) (M(PH<sub>3</sub>) = 29 г/моль · 1,17 = 34 г/моль)

Реакция 2: As + 3NaOH → Na<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>

Реакция 3: As + 5HNO<sub>3</sub> (конц) → H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> + 5NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

Реакция 4: PH<sub>3</sub> + 2O<sub>2</sub> → HPO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O

Реакция 5: PH<sub>3</sub> + HCl → PH<sub>4</sub>Cl

Реакция 6: Sn + 4HNO<sub>3</sub> → SnO<sub>2</sub>xH<sub>2</sub>O + 4NO<sub>2</sub> + 2-xH<sub>2</sub>O

Реакция 7: SO<sub>2</sub> + 2HNO<sub>3</sub> → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2NO<sub>2</sub>

### Критерии оценивания

За верное определение элементов **X,Y,Z**, а также простых веществ **A-C**, подтвержденное расчетом – 2 балла

(За верное определение элементов **X,Y,Z**, а также простых веществ **A-C**, НЕ подтвержденное расчетом – 1 балл)

За верное расположение элементов **X, Y, Z** в порядке уменьшения силы образуемых кислородсодержащих кислот - 1 балл

За верное написание уравнений реакций 1-5 – по 2 балла – 10 баллов

За верное написание уравнений реакций 6,7 – по 1,5 балла – 3 баллов

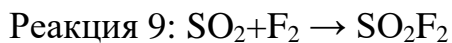
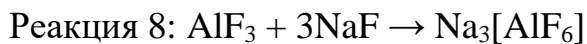
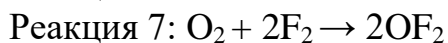
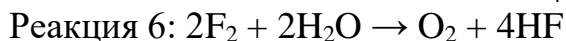
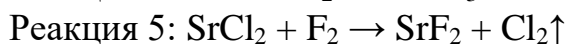
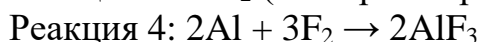
Итого: 16 баллов

### Задание 2.

1.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
HF	CaSO <sub>4</sub>	SrF <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	AlF <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	OF <sub>2</sub>	Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]	SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>

Реакция 1: CaF<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → 2 HF + CaSO<sub>4</sub>



$$\omega(\text{F}) = 100 - 31,4 - 31,3 = 37,3$$

$$n(\text{S}) = 31,4/32 = 0,981 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = 31,3/16 = 1,956 \text{ моль}$$

$$n(\text{F}) = 37,3/19 = 1,963 \text{ моль}$$

$$n(\text{S}):n(\text{O}):n(\text{F}) = 0,981:1,956:1,963 = 1: 2:2 \rightarrow \text{SO}_2\text{F}_2$$

2. Вещество **I** – гексафтороалюминат натрия  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ . Его тривиальное название – криолит, это вещество используют при получении алюминия из расплава оксида алюминия. Криолит необходим для существенного понижения температуры плавления расплава, подвергаемого электролизу, а также для повышения электропроводимости расплава

### Критерии оценивания

За верное определение веществ **A,B,C,D,E,F,G,H,I,J** – по 1 баллу – 10 баллов

За верное написание уравнений химической реакции 1,4,5,7 – по 1 баллу – 4 балла

За верное написание уравнений химической реакции 2,3,6,8,9 – по 2 балла – 10 баллов

За верное указание тривиального названия вещества **I** ( $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ) и сферы применимости данного соединения – 1 балл

Итого: 25 баллов

### Задание 3.

Поскольку число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия, запишем формулу **X**:  $\text{M}_x\text{Al}_{2x}\text{O}_y$ .

Согласно принципу электронейтральности:  $2 \cdot Z(\text{Al}^{3+}) + Z(\text{M}) \cdot x = Z(\text{O}^{2-}) \cdot y$

Таким образом,  $2 \cdot 3 + Z(\text{M}) \cdot x = 2y$

$$6 + Z(\text{M}) \cdot x = 2y.$$

Подберем  $y$ , сравнив значения  $2y$  и  $6 + Z(\text{M}) \cdot x$

$y$	$2y$	$6 + Z(\text{M}) \cdot x$
1	2	>6
2	4	>6
3	6	>6
4	8	>6

Условием электронейтральности удовлетворяет  $y=4$ , поскольку металл в алюминате не может проявлять с.о 0 или отрицательное значение.

Тогда  $6+ Z(M) \cdot x = 8 \rightarrow Z(M) \cdot x = 2 \rightarrow$  при  $x=1$  получается, что металл проявляет с.о +2, так как  $Z(M) = 2. \rightarrow \text{MAl}_2\text{O}_4$ .

$M(\text{MAl}_2\text{O}_4) = M(M) + 2 \cdot 27 + 4 \cdot 16 = (M+54+64)$  г/моль

Допустим, что количество  $X - 1$  моль, тогда  $m(\text{MAl}_2\text{O}_4) = (M+54+64)$  г. Помним, что

$\omega(\text{O}) = 34,9 \%$ , тогда  $\omega(\text{O}) = 64/(M+54+64) = 0,349$

$64/(M+54+64) = 0,349$

$(M+54+64) = 183,38$

$M = 65,4$  г/моль, что соответствует цинку  $\rightarrow X - \text{ZnAl}_2\text{O}_4$ . Кроме того,  $M(\text{ZnO}) = 81,4$  г/моль,  $M(\text{ZnCl}_2) = 136,2$  г/моль.

1.  $\text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  (или  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ )

2.  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$  (или  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )

3.  $2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

4.  $\text{ZnO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4$

5.  $\text{ZnCl}_2 + 2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$  (разб.)  $\rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$

6.  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{ZnAl}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

7.  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$

8.  $2 \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 8 \text{H}_2\text{O}$

9.  $\text{CoCl}_2 + 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$

#### Критерии оценивания

За верное установление веществ **X, Y, Z** – по 1 баллу – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1,2,5,6,7,8,9 – по 2 балла – 14 баллов

За верное написание уравнений реакций 3,4 – по 1 баллу – 2 балла

Итого: 19 баллов

#### Задание 4.

1)  $\text{Cr}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$

2)  $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

3)  $\text{SO}_2 + \text{F}_2 \rightarrow \text{SO}_2\text{F}_2$

4)  $\text{Cr}_2\text{S}_3 + 24\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 18\text{NO}_2 + 3\text{SO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$

5)  $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$

6)  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

$X - \text{H}_2\text{S}$ .  $Y - \text{SO}_2$ ,

#### Критерии оценивания

За каждое верно написанное уравнение реакции – по 3 балла – 18 баллов.

За установление веществ **X** и **Y** – по 1 баллу – 2 балла

Итого: 20 баллов

#### Задание 5.

1. Криптон

2. Тигель

3. Концентрация
4. Таллий
5. Эксикатор
6. Аргон
7. Изотоп
8. Неон
9. Железо
10. Фтор
11. Ртуть
12. Марганец
13. Рубидий
14. Германий
15. Литий
16. Гидролиз
17. Церий
18. Кварц
19. Сера
20. Алюминий

**Критерии оценивания.**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов



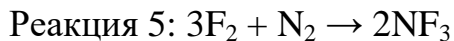
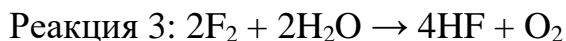
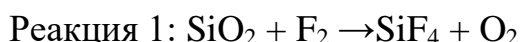
**Химия 9 класс**  
**Вариант IV**

**Задание 1.**

1. Исходя из описания физических и химических свойств простых веществ, речь идет об элементах 2 периода ПСХЭ: X = N (азот), Y = O (кислород), Z = F (фтор).

Если X = N (азот), Y = O (кислород), Z = F (фтор), то A – N<sub>2</sub>, B – O<sub>2</sub>, C – F<sub>2</sub>, M(A) : M(B) : M(C) = M(N<sub>2</sub>) : M(O<sub>2</sub>) : M(F<sub>2</sub>) = 28:32:38 = 1,000:1,142:1,357. Таким образом, A – N<sub>2</sub>, B – O<sub>2</sub>, C – F<sub>2</sub>.

2. В периоде ПСХЭ радиусы атомов увеличиваются справа налево, т.е. в ряду F → O → N



**Критерии оценивания**

За верное определение элементов X, Y, Z, а также простых веществ A-C, подтвержденное расчетом – 2 балла

*(За верное определение элементов X, Y, Z, а также простых веществ A-C, НЕ подтвержденное расчетом – 1 балл)*

За верное расположение элементов X, Y, Z в порядке увеличения радиусов их атомов – 2 балла

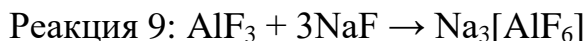
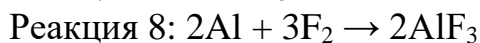
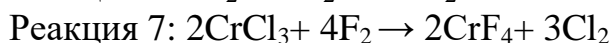
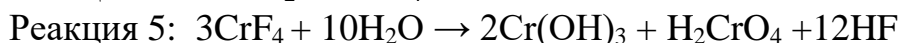
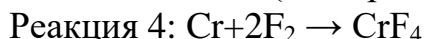
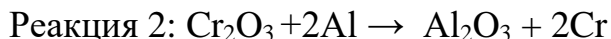
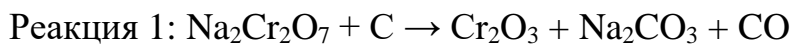
За верное написание уравнений реакций 1-6 – по 2 балла – 12 баллов

Итого: 16 баллов

**Задание 2.**

1.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO	Cr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	CrF <sub>4</sub>	HF	Cl <sub>2</sub>	AlF <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]



B - CO:  $\omega(\text{Э}) = 100 - 57,1 = 42,9\%$

$n(\text{O}) = 57,1/16 = 3,56$  моль

Допустим, что  $n(M)=n(O)$ , то есть  $n(\text{Э})=42,9/x \rightarrow 3,56 \text{ моль} = 42,9/x \rightarrow x= 12$  г/моль  $\rightarrow \text{Э} - \text{углерод}$ .

$F\text{-CrF}_4$ :  $\omega(\text{Э}) = 100 - 40,6 = 59,4 \%$

$n(\text{Cr}) = 40,6/52 = 0,78 \text{ моль}$

Подтвердим, что  $F\text{-CrF}_4$ :  $n(F):n(\text{Cr}) = 1:4$ , тогда  $n(\text{Э}) = 59,4/x = 3,12 \text{ моль} \rightarrow x= 19$  г/моль  $\text{Э} - \text{фтор}$

2. Вещество **Ж** – гексафтороалюминат натрия  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ . Его тривиальное название – криолит, это вещество используют при получении алюминия из расплава оксида алюминия. Криолит необходим для существенного понижения температуры плавления расплава, подвергаемого электролизу, а также для повышения электропроводимости расплава

### Критерии оценивания

За верное определение веществ **А,В,С,Д,Е,Ф,Г,Н,И,Ж** – по 1 баллу – 10 баллов

За верное написание уравнений химических реакций 1,4,5,7 – по 1 баллу – 4 балла

За верное написание уравнений химических реакций 2,3,6,8,9 – по 2 балла – 10 баллов

За верное указание тривиального названия вещества **Ж** ( $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ) и сферы применимости данного соединения – 1 балл

Итого: 25 баллов

### Задание 3.

Поскольку число моль металла в 2 раза меньше, чем число моль алюминия, запишем формулу **Х**:  $\text{M}_x\text{Al}_{2x}\text{O}_y$ .

Согласно принципу электронейтральности:  $2 \cdot Z(\text{Al}^{3+}) + Z(\text{M}) \cdot x = Z(\text{O}^{2-}) \cdot y$

Таким образом,  $2 \cdot 3 + Z(\text{M}) \cdot x = 2y$

$6 + Z(\text{M}) \cdot x = 2y$ .

Подберем  $y$ , сравнив значения  $6 + Z(\text{M}) \cdot x$  и  $2y$ .

$y$	$2y$	$6 + Z(\text{M}) \cdot x$
1	2	$>6$
2	4	$>6$
3	6	$>6$
4	8	$>6$

Условием электронейтральности удовлетворяет  $y=4$ , поскольку металл в алюминате не может проявлять с.о 0 или отрицательное значение.

Тогда  $6 + Z(\text{M}) \cdot x = 8 \rightarrow Z(\text{M}) \cdot x = 2 \rightarrow$  при  $x=1$  получается, что металл проявляет с.о +2, так как  $Z(\text{M}) = 2. \rightarrow \text{MAl}_2\text{O}_4$ .

$M(\text{MAl}_2\text{O}_4) = M(\text{M}) + 2 \cdot 27 + 4 \cdot 16 = (M+54+64)$  г/моль

Допустим, что количество **Х** – 1 моль, тогда  $m(\text{MAl}_2\text{O}_4) = (M+54+64)$  г. Помним, что

$\omega(\text{O}) = 31,1 \%$ , тогда  $\omega(\text{O}) = 64/(M+54+64) = 0,311$

$64/(M+54+64) = 0,311$

$(M+54+64) = 205,8$

$M = 87,8$  г/моль, что соответствует стронцию  $\rightarrow \text{Х} - \text{SrAl}_2\text{O}_4$ . Кроме того,  $M(\text{SrO}) = 103,6$  г/моль,  $M(\text{Sr}(\text{NO}_3)_2) = 211,6$  г/моль.

1.  $\text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  (или  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ )
2.  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$  (или  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )
3.  $2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{SrO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SrAl}_2\text{O}_4$
5.  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$
6.  $\text{Sr}(\text{OH})_2 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{SrAl}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{CoCl}_2 + 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$

#### Критерии оценивания

За верное установление веществ **X, Y, Z** – по 1 баллу – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1-8 – по 2 балла – 16 баллов

Итого: 19 баллов

#### Задание 4.

- 1)  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$
  - 2)  $2\text{Al}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$
  - 3)  $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
  - 5)  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}$
  - 6)  $\text{S} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2$
- X –  $\text{H}_2\text{S}$ . Y –  $\text{SO}_2$ ,

#### Критерии оценивания

За каждое верно написанное уравнение реакции – по 3 балла – 18 баллов.

За установление веществ **X** и **Y** – по 1 баллу – 2 балла

Итого: 20 баллов

#### Задание 5.

1. Кадмий
2. Воронка
3. Магний
4. Хассий
5. Азот
6. Галогены
7. Мышьяк
8. Рентгений
9. Европий
10. Родий
11. Золото
12. Оганесон
13. Америций
14. Иттрий
15. Нихоний
16. Тантал
17. Уран

18. Лютеций

19. Рений

20. Фтор

**Критерии оценивания.**

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

# ХИМИЯ 10 КЛАСС

## Вариант I

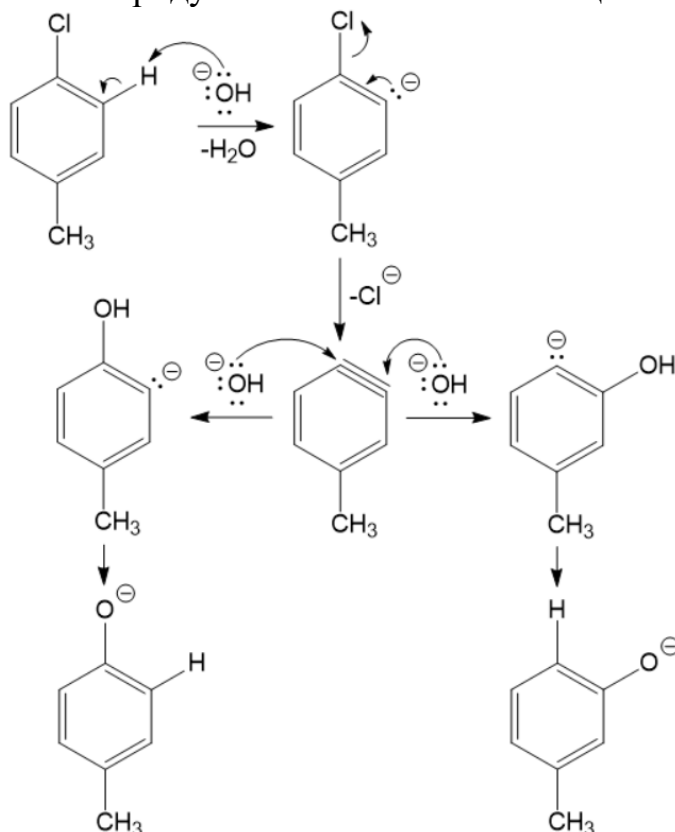
### Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой  $\text{HNO}_3$  превращается в гидросульфат нитрония:

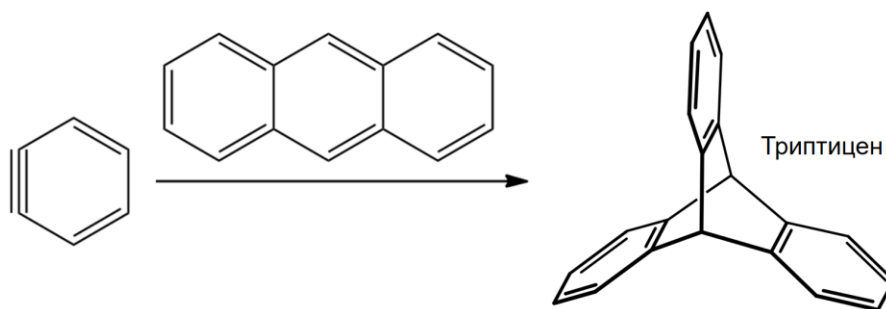


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат  $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$  или перхлорат  $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$ ), ацетилнитрат  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$  – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота  $\text{N}_2\text{O}_4$  и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

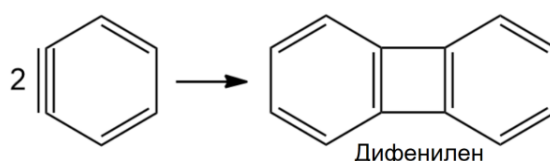
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



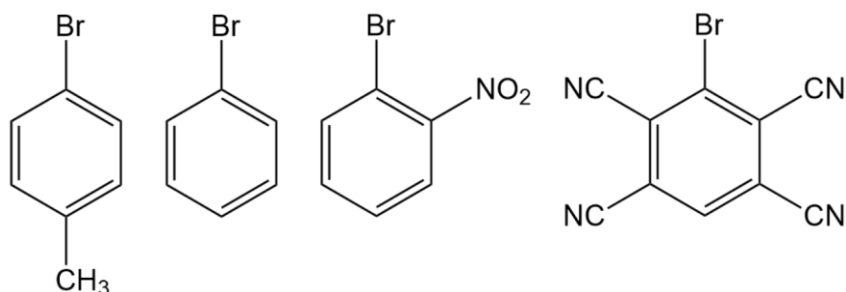
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ( $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{N}_2^+$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{SO}_2\text{R}$  и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{O}^-$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NHR}$ ,  $-\text{NR}_2$ , алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



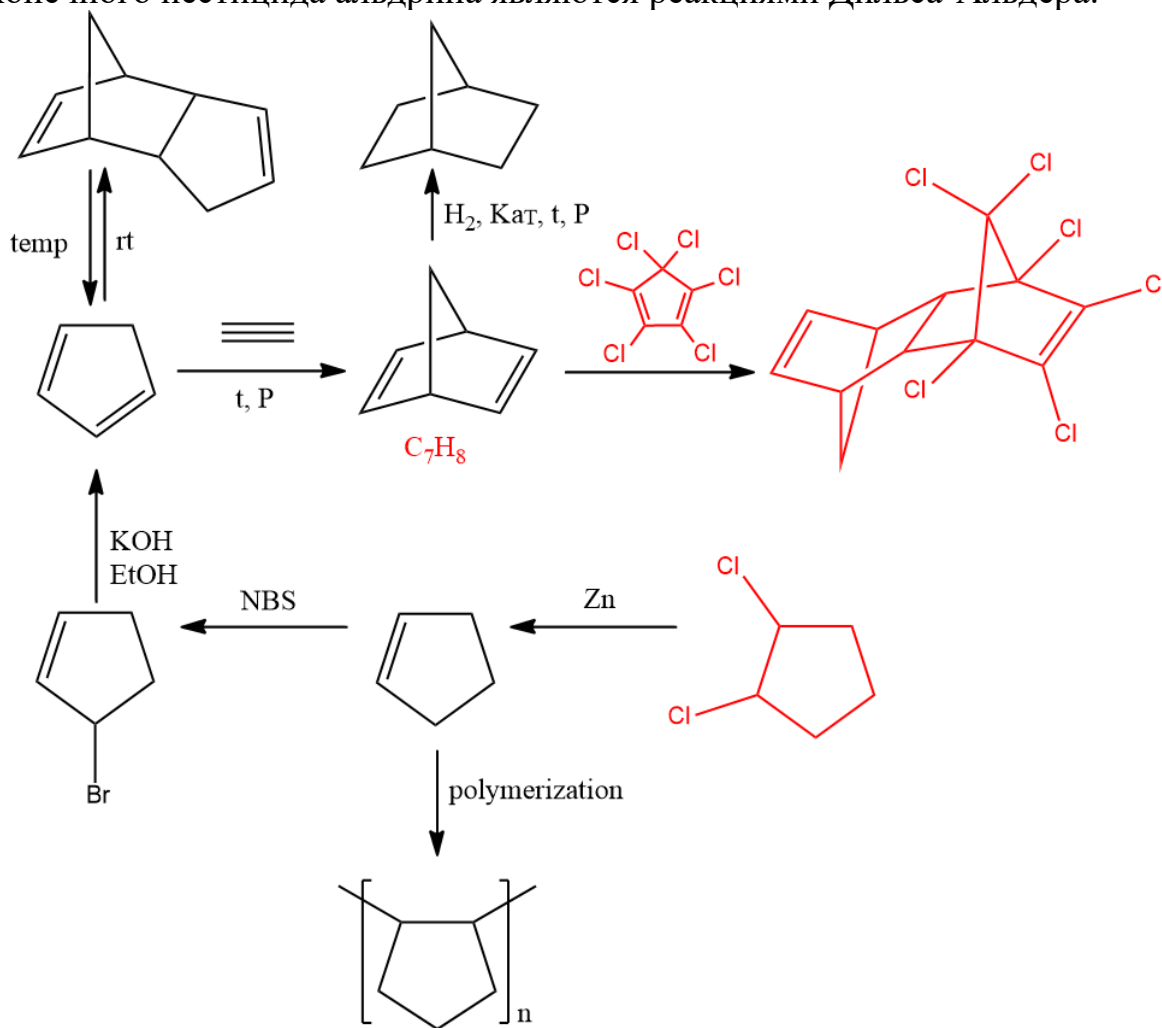
### Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих  $\text{HNO}_3$  или  $\text{M}(\text{NO}_3)_n$  по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия п-хлортолуола с  $\text{OH}^-$  – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

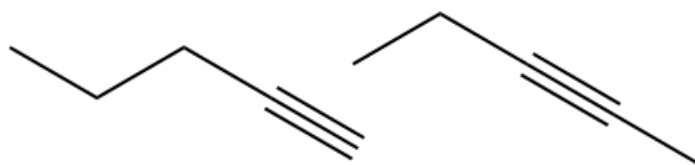
Итого: 26 баллов

### Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с реакции дегалогенирования 1,2-дихлорциклопентана цинком. Образуется циклопентен **A**, который полимеризуется с образованием полициклопентена **B** и бромится в аллильное положение с образованием 3-бромциклопентена **C**. Дегидрогалогенирование **C** приводит к образованию циклопентадиена **D**, который способен обратимо димеризоваться при комнатной температуре с образованием вещества **E** и взаимодействовать с ацетиленом с образованием вещества  $C_7H_8$ . Каталитическое гидрирование  $C_7H_8$  приводит к образованию норборнана **F**. Реакции получения **E**, **F** и конечного пестицида альдрина являются реакциями Дильса-Альдера.



2. Изомеры вещества **A**:



**Критерии оценивания**

1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Ф по 2 балла – всего 12 баллов.

2. За правильно написанные формулы изомеров вещества А по 1 баллу – всего 2 балла.

Итого: 14 баллов

### Задача 3.

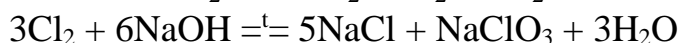
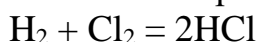
					1	К	Р	И	С	Т	А	Л	Л	И	З	А	Т	О	Р
				2	Г	А	Л	И	Т										
3	К	О	Н	О	В	А	Л	О	В										
4	И	З	О	Б	У	Т	И	Л	Е	Н									
		5	Р	А	Д	И	Й												

1. *Кристаллизатор.* Применяют для получения кристаллов из насыщенных и пересыщенных растворов.

2. *Галит.* Минерал с химической формулой NaCl.

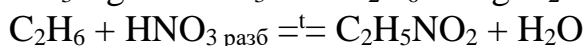
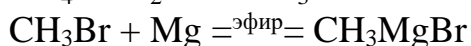
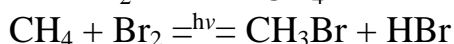
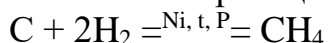
$$M_r(X) = D_{\text{возд}} \cdot M(\text{возд}) = 2,45 \cdot 29 = 71,05 \text{ г/моль} \sim 71 \text{ г/моль} - \text{Cl}_2$$

Химические реакции:



3. *Коновалов.* Реакция нитрования разбавленным раствором азотной кислоты при нагревании – реакция Коновалова.

Химические реакции:



**А** – CH<sub>4</sub>, **В** – CH<sub>3</sub>Br, **С** – CH<sub>3</sub>MgBr, **Д** – C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, **Е** – C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>.

4. *Изобутилен.*

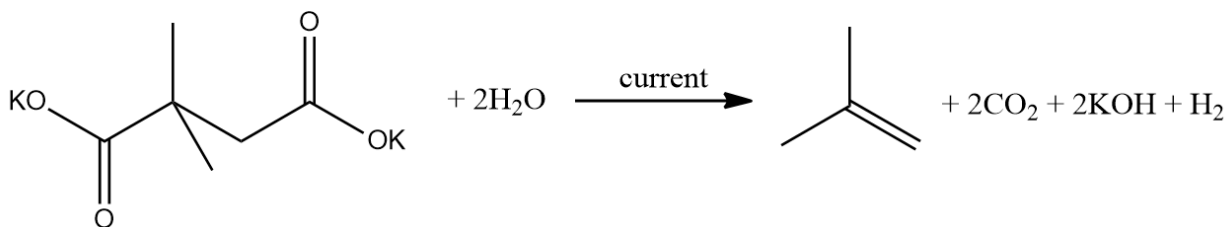
Найдем простейшую формулу исходной соли, приняв ее массу за 100 г.

Элемент	Массовая доля	Масса, г	Кол-во в-ва, моль	Соотношение
С	0,324	32,4	2,7	3
О	0,288	28,8	1,8	2
Н	0,036	3,6	3,6	4
К	0,352	35,2	0,9	1

C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>K. Данная структурная формула не соответствует соли дикарбоновой кислоты. Умножим на 2. C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>K<sub>2</sub>. При электролизе водных растворов солей дикарбоновых кислот происходит реакция, схожая с реакцией Кольбе. Если карбоксильные группы расположены в вицинальных положениях, то при декарбоксилировании образуются алкены. Отсюда единственно возможная исходная соль – это дикалиевая соль 2,2-диметилбутандиовой кислоты.

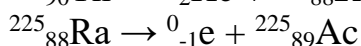
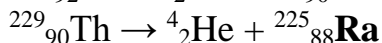
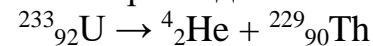
Уравнение реакции:





5. Радий.

Схемы распадов:



### Критерии оценивания

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 3 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

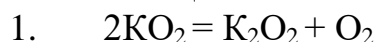
Итого: 20 баллов

### Задача 4.

1. «Растительной щелочью» - **И** - в древности называли поташ, т.е. речь идет о калии, который путали с натрием. Газ **В** легче **З** в 16 раз, трудно найти два таких газа, кроме как  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2$ , раз **В** – кислород, а **А** бинарное соединение и выделяет кислород при нагревании – значит **А** – кислородное соединение какого-то элемента оранжево-желтого цвета – что-то из пероксидов щелочных металлов, что тоже говорит о том, что **Э** – калий.  $w\%(\text{Э}) = 54.9\%$ , если посчитаем, получим, что молярная масса равна  $71n$  г/моль, где  $n$  – количество атомов калия в соединении, при  $n = 1$  остаток составляет 32, помним про кислород – получаем формулу **А** –  $\text{KO}_2$ . При нагревании  $\text{KO}_2$  разлагается и так как получающееся вещество **Б** тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, **Б** –  $\text{K}_2\text{O}_2$ , а получаемое из него **Г** –  $\text{K}_2\text{O}$ . Газы **Х** и **У** имеют одинаковый состав и образованы элементами - соседями по периодической таблице. Поскольку **И** –  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , значит газ **У** –  $\text{CO}_2$ , соседи углерода **В** (бор) и **Н** (азот), логично предположить, что **Х** –  $\text{NO}_2$ . Тогда соль **Е** –  $\text{KNO}_3$ . Обработка **Б** -  $\text{K}_2\text{O}_2$  горячей водой приводит к выделению кислорода и образованию **Ж** –  $\text{KOH}$ . **М** – простое вещество элемента **Э** – **К** (калий), взаимодействие гидроксида калия с ним приводит к выделению водорода и образованию оксида.

Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Х	У
К	$\text{KO}_2$	$\text{K}_2\text{O}_2$	$\text{O}_2$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{KNO}_3$	$\text{KOH}$	$\text{H}_2$	$\text{K}_2\text{CO}_3$	$\text{NO}_2$	$\text{CO}_2$

2. Реакции:



2.  $2K_2O_2 = 2K_2O + O_2$
3.  $2KO_2 + S = K_2SO_4$
4.  $2KO_2 + 2NO_2 = 2KNO_3 + O_2$
5.  $2K_2O_2 + 2H_2O = 4KOH + O_2$
6.  $2KOH + 2K = 2K_2O + H_2$
7.  $K_2O + CO_2 = K_2CO_3$

3. Супероксид калия  $KO_2$  получают сжиганием  $K$  в чистом кислороде:  
 $K + O_2 = KO_2$

### Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные Э, Х и У, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- 2) За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- 3) За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

### Задача 5.

Задание 1:

$$a) T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{10\text{г}}{92 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 90\text{г}} * 1000 = -2.25^\circ\text{C}$$

$$b) T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^0 + E * m = 100 + 0.52 * \frac{15.5\text{г}}{180 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 200\text{г}} * 1000 = 100.2^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{40\text{г}}{58.5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1\text{кг}} = -2.5^\circ\text{C}$$

$$b) m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.15 * 142}{3 * 0.52} = 26\text{г}$$

$$c) \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$Ka \approx \alpha^2 * c = \left( \frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 2.8 * 10^{-4}$$

Задание 3:

a)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 150 г, то соли 7.9 г

b)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

12 г фруктозы – 0.067 моль, значит масса раствора = 317 г, тогда нужно добавить 305 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 г гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.04	0.06
Y	0.03	0.07

Рассчитаем молярные массы X и Y:

$M(X) = 1.96 \text{ г} * n / 0.04 \text{ моль} = 32.66n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

$M(Y) = 2.87 \text{ г} * n / 0.07 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

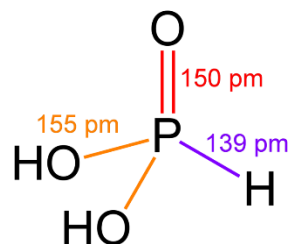
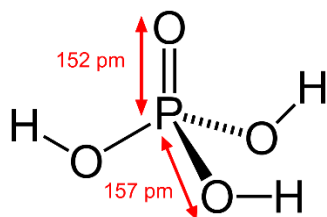
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.66	10.3
2	65.32	20.7
3	98	<b>31 P</b>

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	<b>31 P</b>
3	123	46.5

X –  $\text{H}_3\text{PO}_4$

Y –  $\text{H}_3\text{PO}_3$



### Критерии оценивания

Задание 1:

- За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

- За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл
- За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл

с) За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

а) За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

б)

Задание 4:

а) За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

б) За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла

с) За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла. Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов

## ХИМИЯ 10 КЛАСС Вариант II

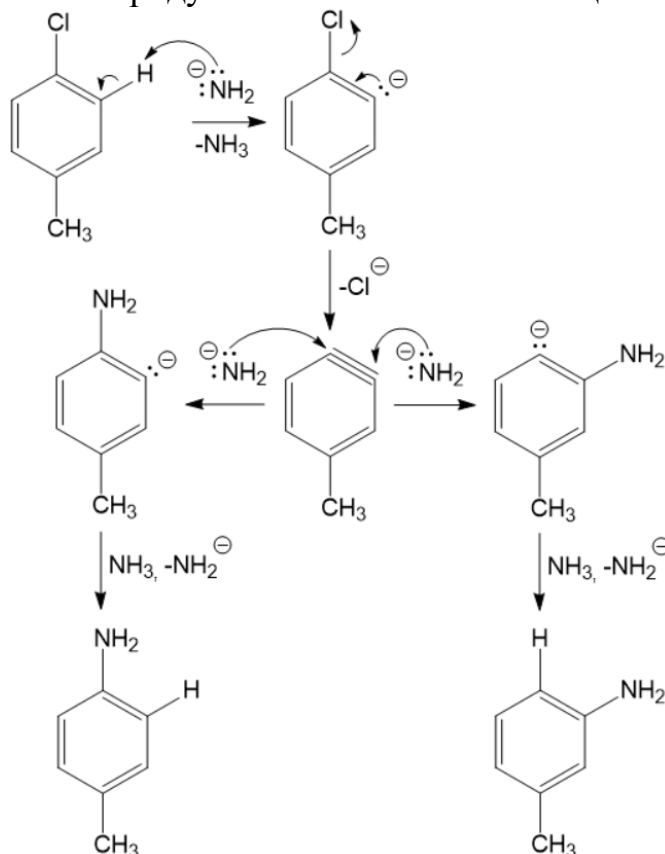
### Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой  $\text{HNO}_3$  превращается в гидросульфат нитрония:

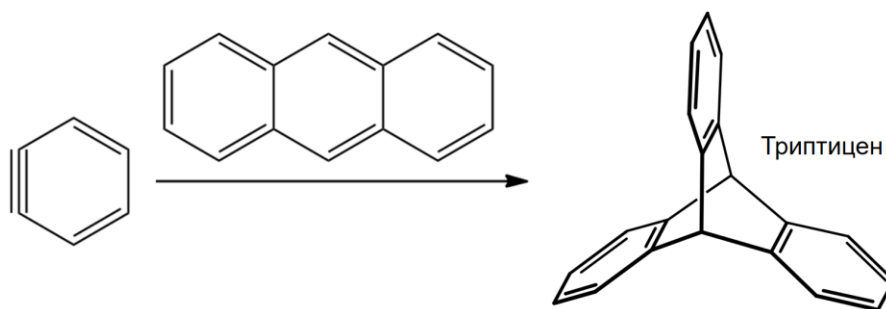


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат  $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$  или перхлорат  $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$ ), ацетилнитрат  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$  – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота  $\text{N}_2\text{O}_4$  и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

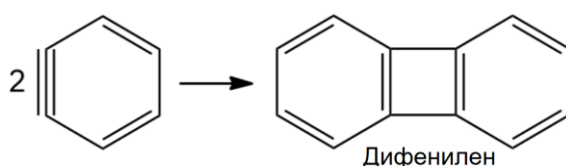
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



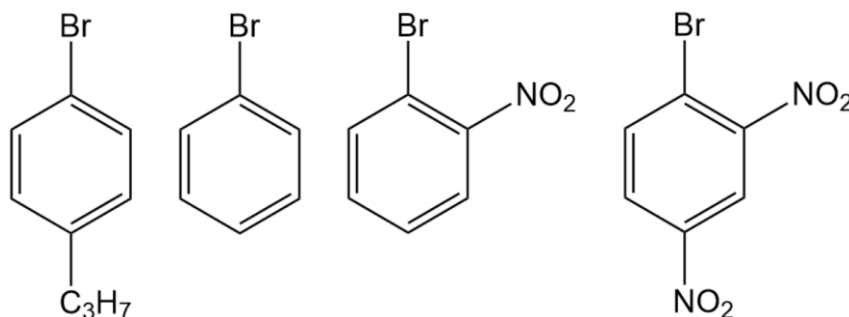
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ( $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{N}_2^+$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{SO}_2\text{R}$  и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{O}^-$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NHR}$ ,  $-\text{NR}_2$ , алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



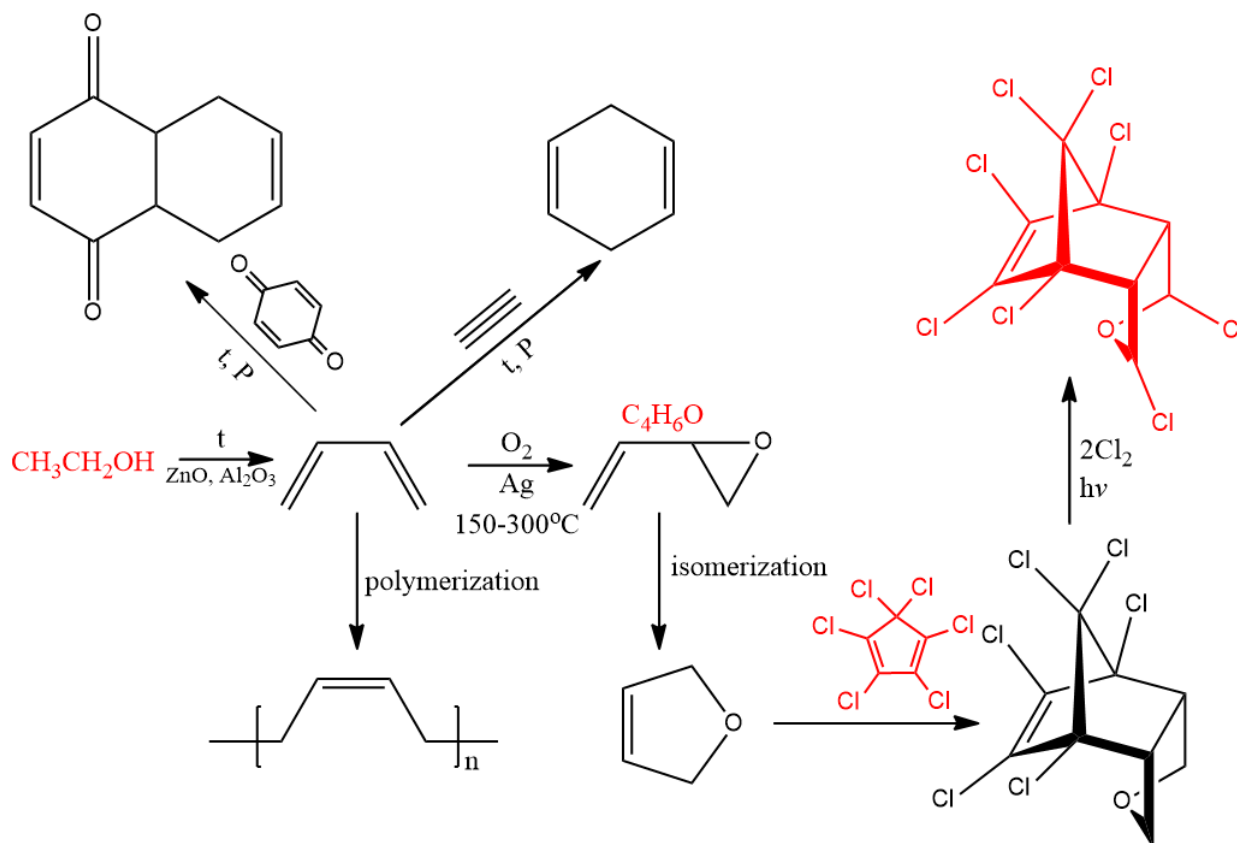
### Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих  $\text{HNO}_3$  или  $\text{M}(\text{NO}_3)_n$  по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия п-хлортолуола с  $\text{NH}_2$  – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

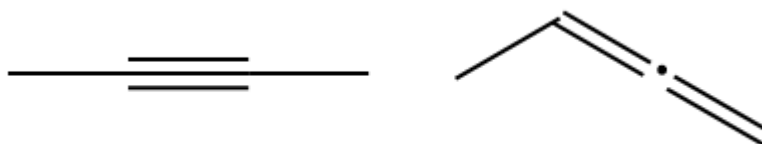
Итого: 26 баллов

### Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с реакции Лебедева. Образуется бутадиен-1,3 **A**, который полимеризуется с образованием полибутадиена **B**, вступает в реакции Дильса-Альдера с 1,4-бензохиноном и ацетиленом с образованием продуктов **C** и **D**. Окисление **A** кислородом в присутствии серебра приводит к образованию 1,2-эпоксибутена-3, изомеризующегося с образованием 2,5-дигидрофурана **E**. Установить продукт изомеризации можно на основании конечного вещества, телодрина. **F** – продукт взаимодействия 2,5-дигидрофурана с **E**. Радикальное хлорирование **F** двумя молями хлора приводит к образованию телодрина.



2. Изомеры вещества **A**:



### Критерии оценивания

1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Е по 2 балла – всего 12 баллов.

2. За правильно написанные формулы изомеров вещества А по 1 баллу – всего 2 балла.

Итого: 14 баллов

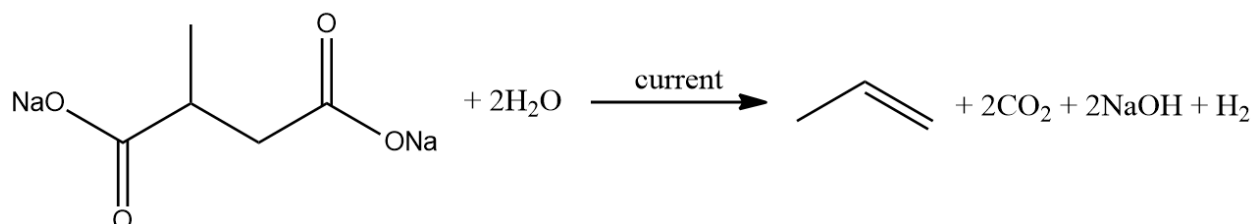
### Задача 3.





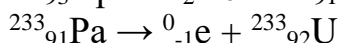
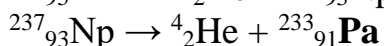
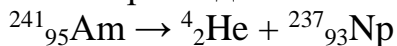
образуются алкены. Отсюда единственно возможная исходная соль – это динатриевая соль 2-метилбутандиовой кислоты.

Уравнение реакции:



5. Протактиний.

Схемы распадов:



**Критерии оценивания**

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 3 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

Итого: 20 баллов

**Задача 4.**

1. X и Y – имеющие одинаковый количественный состав газообразные оксиды каких-то элементов, например, H, C, N, F, Cl, S (молярные массы: 1, 12, 14, 19, 35,5 и 32 г/моль). Примем для простоты, что молярная масса элемента, образующего X равна x, Y – y:

Формула оксида	Отношение X к Y		
R <sub>2</sub> O	(2x+16)/(2y+16) = 1.39	3.12 + 1.39y = x	
RO	(x+16)/(y+16) = 1.39	6.24 + 1.39y = x	
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(2x+48)/(2y+48) = 1.39	9.36 + 1.39y = x	
RO <sub>2</sub>	(x + 32)/(y + 32) = 1.39	12.48 + 1.39y = x	<b>x = 32, y = 14</b>

Какие-то реальные цифры можно получить только при рассмотрении формулы RO<sub>2</sub>, таким образом, получается, что X – SO<sub>2</sub>, Y – NO<sub>2</sub>

2. Газ В имеет плотность по азоту 1.14, его молярная масса 1,14\*28 = 32г/моль, значит, В – O<sub>2</sub>. А бинарное соединение и выделяет кислород при нагревании – значит А – кислородное соединение какого-то элемента оранжево-желтого цвета. Поскольку известна w%(Э) = 54.9%, то легко установить его молярную массу – 39 г/моль, получаем формулу А – KO<sub>2</sub> – супероксид. При нагревании KO<sub>2</sub> разлагается, и так как получающееся вещество Б тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, Б – K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, а получаемое из него Г – K<sub>2</sub>O. Е – соль, которая часто используемая в

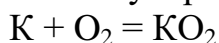
органическом синтезе в качестве основания, что может говорить о поташе ( $K_2CO_3$ ). А –  $KO_2$  взаимодействует с оксидом серы (IV) с получением соли Д –  $K_2SO_4$  и выделением кислорода. Взаимодействие  $KO_2$  с графитом – основание из органической химии (поташ) Е –  $K_2CO_3$ , тогда газ Ж –  $CO_2$ . Y –  $NO_2$  смешанный оксид, взаимодействие с оксидом калия дает две соли  $KNO_3$  и  $KNO_2$  – З и И

Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З/И	И/З	Х	Y
К	$KO_2$	$K_2O_2$	$O_2$	$K_2O$	$K_2SO_4$	$K_2CO_3$	$CO_2$	$KNO_3$	$KNO_2$	$SO_2$	$NO_2$

3. Реакции:

- $2KO_2 = K_2O_2 + O_2$
- $2K_2O_2 = 2K_2O + O_2$
- $2KO_2 + SO_2 = K_2SO_4 + O_2$
- $4KO_2 + 3C = 2K_2CO_3 + CO_2$
- $2K_2O_2 + 2CO_2 = 2K_2CO_3 + O_2$
- $K_2O + CO_2 = K_2CO_3$
- $K_2O + 2NO_2 = KNO_3 + KNO_2$

4. Супероксид калия  $KO_2$  получают сжиганием К в чистом кислороде:



#### Критерии оценивания

- За правильно установленные Э, Х и Y, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

#### Задача 5.

$$a) T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{15\text{г}}{92 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 85\text{г}} * 1000 = -3.6^\circ\text{C}$$

$$b) T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^{\circ} + E * m = 100 + 0.52 * \frac{20.5\text{г}}{180 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 200\text{г}} * 1000 = 100.3^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{60\text{г}}{58.5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1.5\text{кг}} = -2.5^\circ\text{C}$$

$$b) m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.25 * 142}{3 * 0.52} = 43.2\text{г}$$

$$d) \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$Ka \approx \alpha^2 * c = \left( \frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 2.8 * 10^{-4}$$

Задание 3:

а)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 250 г, то соли 13.2 г

б)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

20 г фруктозы – 0.111 моль, значит масса раствора = 529 г, тогда нужно добавить 509 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 грамма гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.05	0.05
Y	0.01	0.09

Можем найти молярные массы X и Y:

$M(X) = 2.05 \text{ г} * n / 0.05 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

$M(Y) = 2.94 \text{ г} * n / 0.09 \text{ моль} = 32.66n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

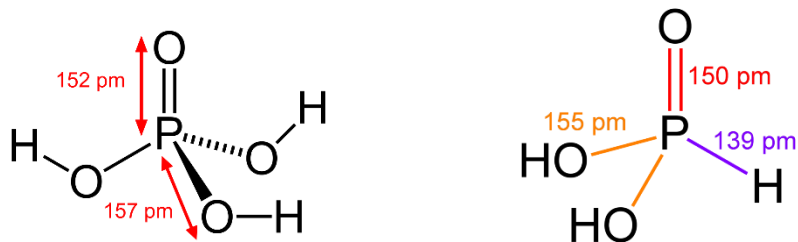
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	31 P
3	123	46.5

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.66	10.3
2	65.32	20.7
3	98	31 P

X –  $\text{H}_3\text{PO}_3$

Y –  $\text{H}_3\text{PO}_4$



## Критерии оценивания

Задание 1:

- За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

- За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл
- За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл
- За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

- За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

b)

Задание 4:

- За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла
- За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла. Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов

## ХИМИЯ 10 КЛАСС

### Вариант III

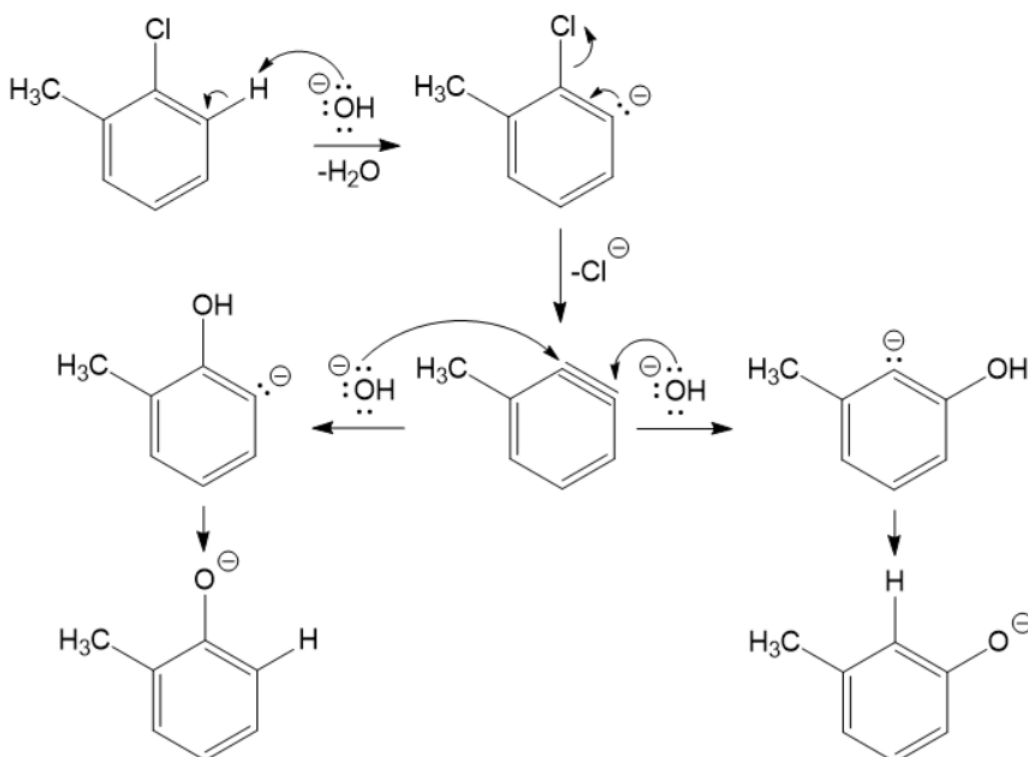
#### Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой  $\text{HNO}_3$  превращается в гидросульфат нитрония:

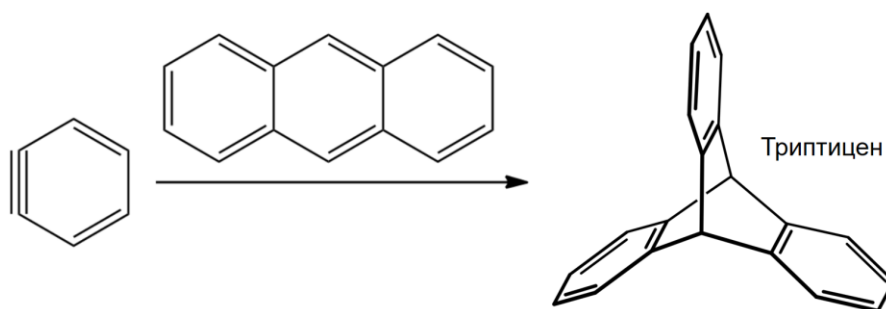


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат  $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$  или перхлорат  $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$ ), ацетилнитрат  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$  – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота  $\text{N}_2\text{O}_4$  и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

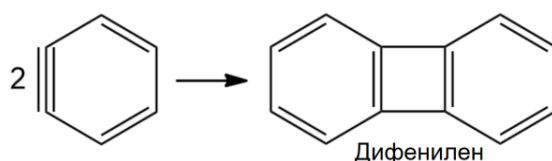
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



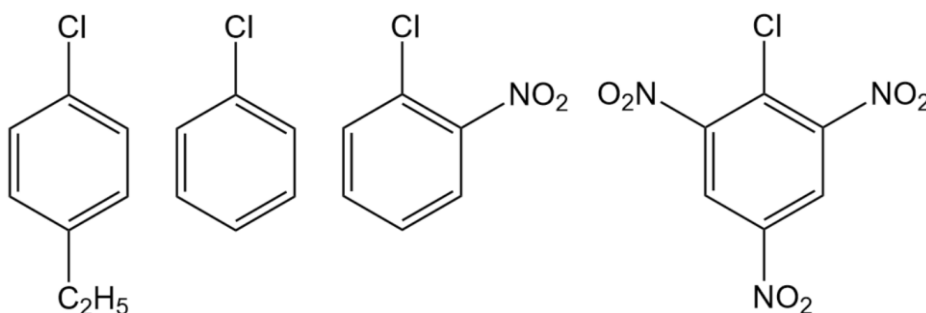
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ( $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{N}_2^+$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{SO}_2\text{R}$  и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{O}^-$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NHR}$ ,  $-\text{NR}_2$ , алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



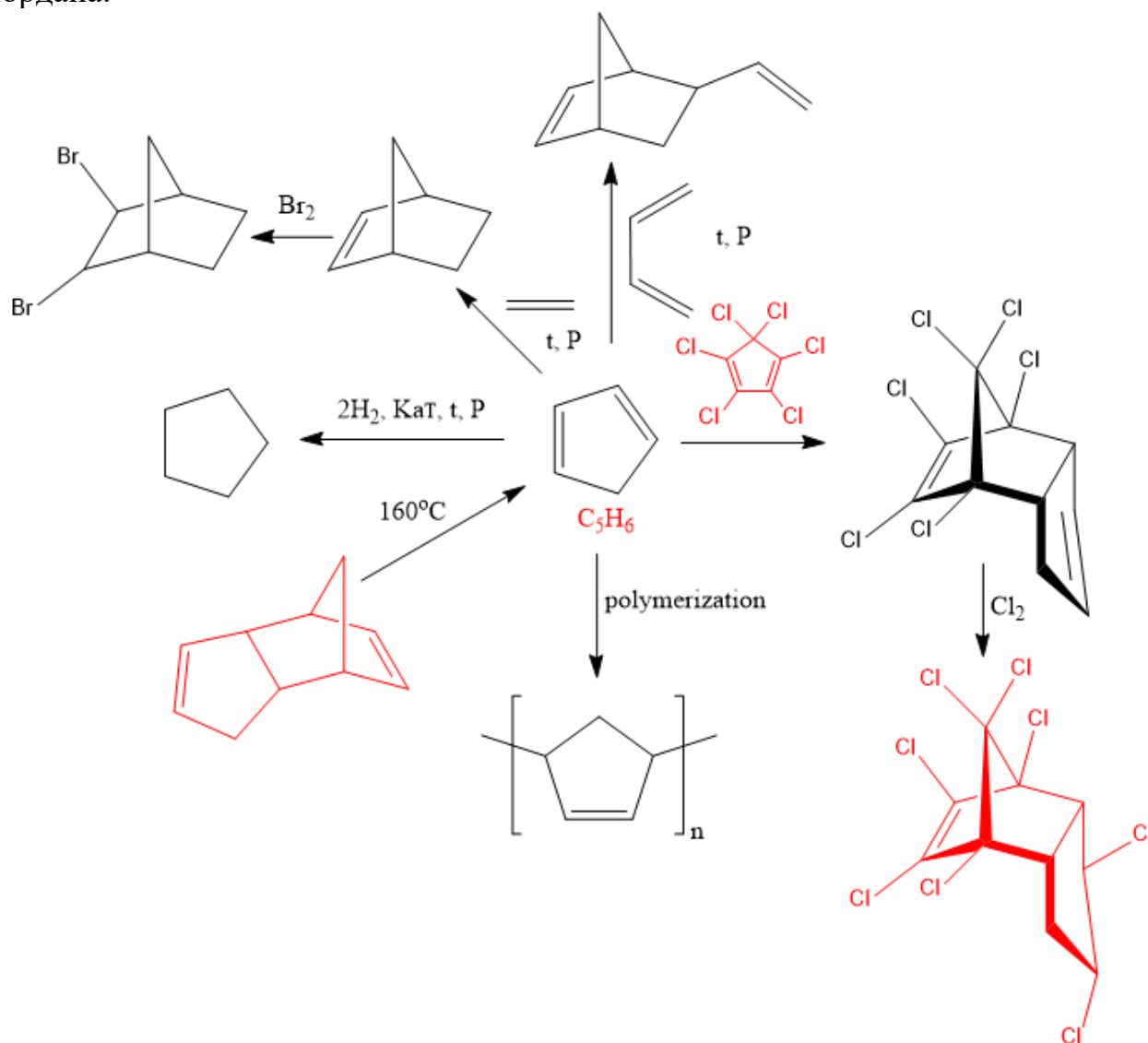
### Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих  $\text{HNO}_3$  или  $\text{M}(\text{NO}_3)_n$  по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия о-хлортолуола с  $\text{OH}^-$  – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

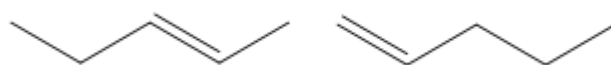
Итого: 26 баллов

## Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с ретро-реакции Дильса-Альдера. Из дициклопентадиена образуется циклопентадиен (вывод об образовании именно циклопентадиена можно сделать на основании молекулярной формулы димера и мономера). Циклопентадиен гидрируется водородом с образованием цикlopentана **В**, полимеризуется с образованием полициклопентадиена **А**, вступает в реакцию Дильса-Альдера с этиленом и бутадиеном-1,3 с образованием **С** и **Е** соответственно. Норборнен **Е** далее вступает в реакцию электрофильного присоединения брома, приводящую к дибромзамещенному норборнану **Д**. Циклопентадиен реагирует в условиях реакции Дильса-Альдера с гексахлорциклопентадиеном с образованием **Г**, который затем хлорируется до хлордана.



2. Изомеры вещества **В**:



## Критерии оценивания

1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Г по 2 балла – всего 12 баллов.

2. За правильно написанные формулы изомеров вещества В по 1 баллу – всего 2 балла.

Итого: 14 баллов

### Задача 3.

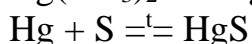
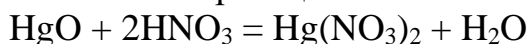
1	Э	К	С	И	К	А	Т	О	Р		
		2	К	И	Н	О	В	А	Р	Б	
			3	Л	Е	Б	Е	Д	Е	В	
				4	Б	У	Т	И	Л	Е	Н
5	Н	Е	П	Т	У	Н	И	Й			

1. *Эксикатор*. Применяют для высушивания веществ при комнатной температуре, хранения гигроскопичных соединений, в гравиметрическом анализе, когда важно не допустить насыщения исследуемых веществ водой из воздуха.

2. *Киноварь*. Минерал с химической формулой HgS.

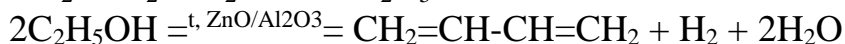
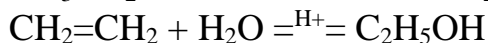
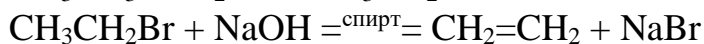
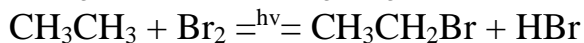
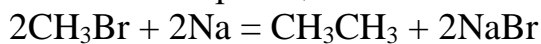
Пусть масса оксида 100 г. Тогда масса кислорода в нем 7,37 г. Зная, что оксид содержит двухвалентный металл, легко найти в нем массу металла: 201 г – **Hg**.

Химические реакции:



3. *Лебедев*. Способ получения бутадиена-1,3 из этанола – реакция Лебедева.

Химические реакции:



**A** – CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>, **B** – CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Br, **C** – CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>, **D** – C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH,

**E** – CH<sub>2</sub>=CH-CH=CH<sub>2</sub>.

4. *Бутилен*.

Найдем простейшую формулу исходной соли, приняв ее массу за 100 г.

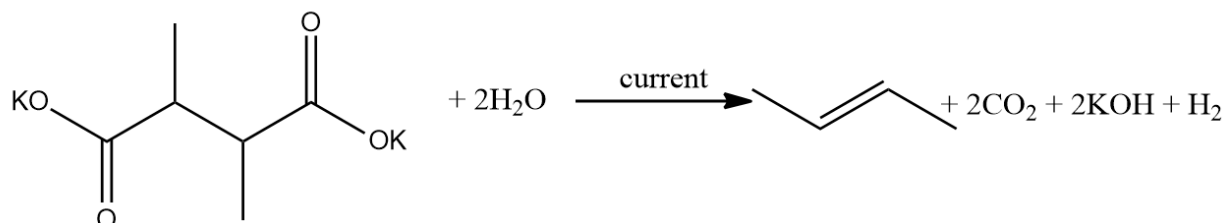
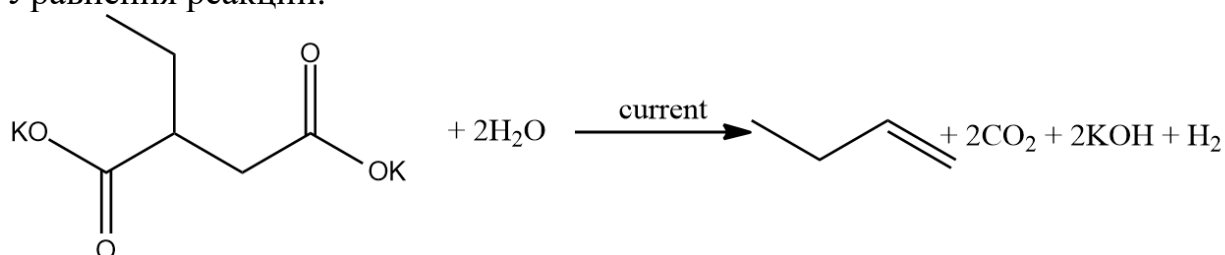
Элемент	Массовая доля	Масса, г	Кол-во в-ва, моль	Соотношение
С	0,324	32,4	2,7	3
О	0,288	28,8	1,8	2
Н	0,036	3,6	3,6	4
К	0,352	35,2	0,9	1

C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>K. Данная структурная формула не соответствует соли дикарбоновой кислоты. Умножим на 2. C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>K<sub>2</sub>. При электролизе водных растворов солей дикарбоновых кислот происходит реакция, схожая с реакцией Кольбе. Если карбоксильные группы расположены в вицинальных положениях, то при декарбоксилации образуются алкены. Отсюда возможны две исходные соли –



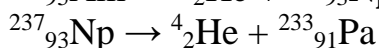
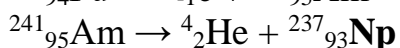
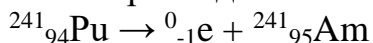
это дикалиевая соль 2-этилбутандиовой кислоты или дикалиевая соли 2,3-диметилбутандиовой кислоты.

Уравнения реакций:



### 5. Нептуний.

Схемы распадов:



### Критерии оценивания

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 3 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 (оценивается одна из реакций) – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

Итого: 20 баллов

### Задача 4.

1. Газы X и Y образованы одним элементом, исходя из реакции, применяемой в противогазах, можно предположить, что этот элемент – C (углерод), тогда газы, скорее всего, CO<sub>2</sub> и CO, проверим: w(C) в CO = 0.429, в CO<sub>2</sub> = 0.273. 0.429/0.273 = 1.57 Все верно, значит X – CO<sub>2</sub> и Y – CO.

2. При использовании изолирующих противогазов исключается любой контакт человека с окружающим воздухом, поэтому кислород для дыхания высвобождается из регенеративного патрона, в котором находятся пероксиды и надпероксиды щелочных металлов. Поскольку известна w%(Э) = 54.9%, то легко установить его молярную массу – 39 г/моль, получаем формулу А – KO<sub>2</sub> – супероксид. При нагревании KO<sub>2</sub> разлагается и так как получающееся вещество Б тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, Б – K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, а получаемое из него Г – K<sub>2</sub>O. Тогда Д – K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Взаимодействие А – KO<sub>2</sub> с серой приводит к сульфату калия Е – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

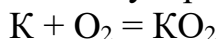
Обработка  $K_2O_2$  холодной соляной кислотой приводит к образованию соли Ж –  $KCl$  и соединению З -  $H_2O_2$ . Растворение Г -  $K_2O$  в воде приводит к образованию И –  $KOH$

Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Х	У
К	$KO_2$	$K_2O_2$	$O_2$	$K_2O$	$K_2CO_3$	$K_2SO_4$	$KCl$	$H_2O_2$	$KOH$	$CO_2$	$CO$

3. Реакции:

1.  $2KO_2 = K_2O_2 + O_2$
2.  $2K_2O_2 = 2K_2O + O_2$
3.  $4KO_2 + 2CO_2 = 2K_2CO_3 + 3O_2$
4.  $2KO_2 + S = K_2SO_4$
5.  $K_2O_2 + CO = K_2CO_3$
6.  $K_2O_2 + 2HCl = 2KCl + H_2O_2$
7.  $K_2O + H_2O = 2KOH$

4. Супероксид калия  $KO_2$  получают сжиганием К в чистом кислороде:



### Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные Э, Х и У, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- 2) За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- 3) За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

### Задача 5.

Задание 1:

$$a) T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{12\text{г}}{92\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 88\text{г}} * 1000 = -2.76^\circ\text{C}$$

$$b) T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^\circ + E * m = 100 + 0.52 * \frac{17.5\text{г}}{180\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 200\text{г}} * 1000 = 100.25^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{50\text{г}}{58.5\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1.2\text{кг}} = -2.65^\circ\text{C}$$

$$b) m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.2 * 142}{3 * 0.52} = 34.6\text{г}$$

$$c) \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$Ka \approx \alpha^2 * c = \left( \frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 1.7 * 10^{-4}$$

Задание 3:

a)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 400 г, то соли 21 г

b)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

17 г фруктозы – 0.094 моль, значит масса раствора = 350 г, тогда нужно добавить 333 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 грамма гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.055	0.045
Y	0.02	0.08

Можем найти молярные массы X и Y:

$M(X) = 1.47 \text{ г} * n / 0.045 \text{ моль} = 32.66n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

$M(Y) = 3.28 \text{ г} * n / 0.08 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

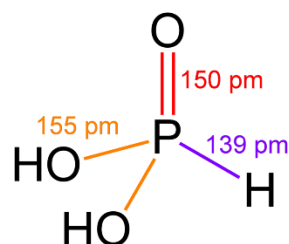
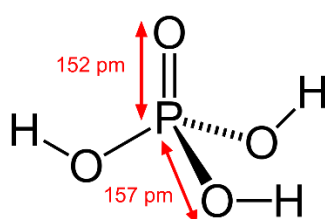
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.66	10.3
2	65.32	20.7
3	98	<b>31 P</b>

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	<b>31 P</b>
3	123	46.5

X –  $\text{H}_3\text{PO}_4$

Y –  $\text{H}_3\text{PO}_3$



## Критерии оценивания

Задание 1:

- a) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)
- b) За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

- a) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл
- b) За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл
- c) За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

- a) За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

b)

Задание 4:

- a) За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

b) За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла

c) За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла. Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов

# ХИМИЯ 10 КЛАСС

## Вариант IV

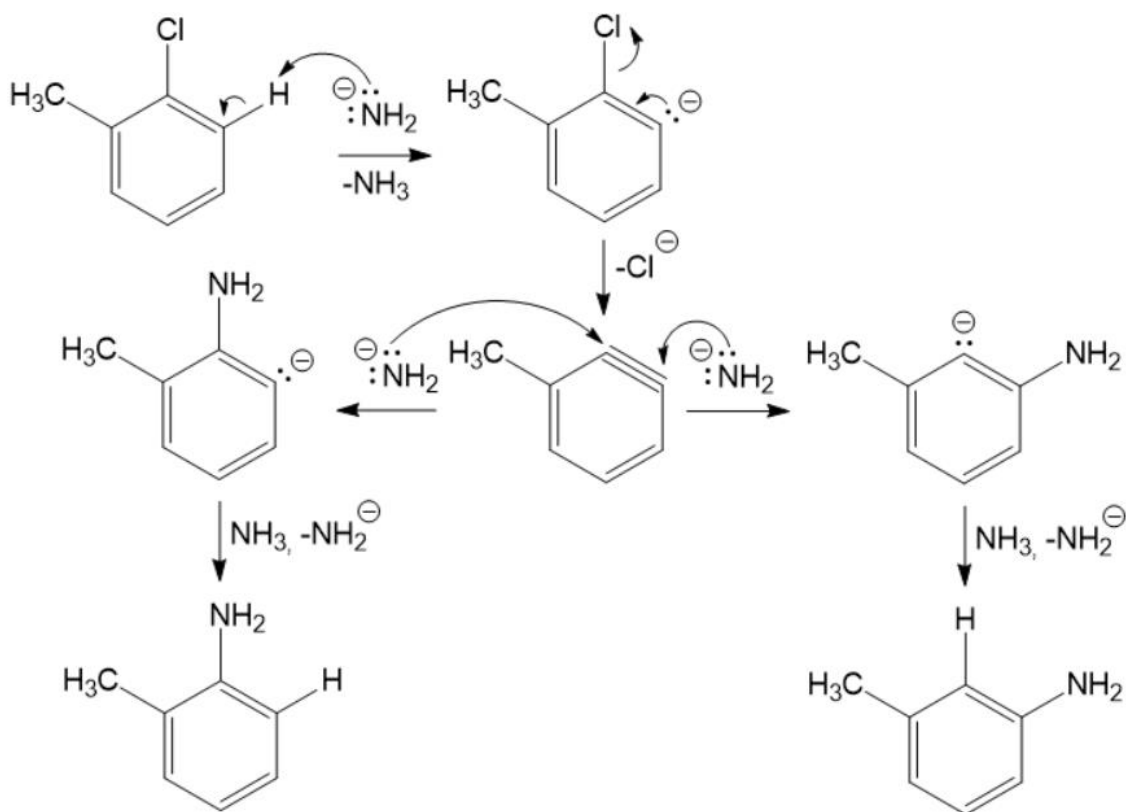
### Задача 1.

1. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой  $\text{HNO}_3$  превращается в гидросульфат нитрония:

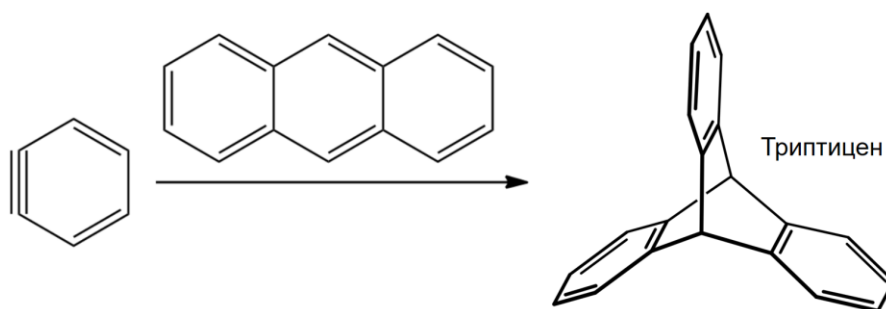


2. К таким соединениям можно отнести соли нитрония (к примеру, тетрафторборат  $\text{NO}_2^+[\text{BF}_4]^-$  или перхлорат  $\text{NO}_2^+[\text{ClO}_4]^-$ ), ацетилнитрат  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{NO}_2$  – смешанный ангидрид уксусной и азотной кислот, диоксид азота  $\text{N}_2\text{O}_4$  и другие соединения, способные в условиях реакции генерировать активную электрофильную частицу – катион нитрония.

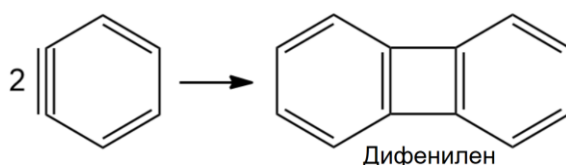
3. Поскольку в данной ситуации промежуточно образующаяся молекула дегидробензола имеет в кольце заместитель – метильную группу, в результате реакции образуются уже два органических продукта, поскольку нуклеофильная частица может атаковать арины по обоим положениям тройной связи. Таким образом, образуется смесь продуктов ипсо- и кине-замещения:



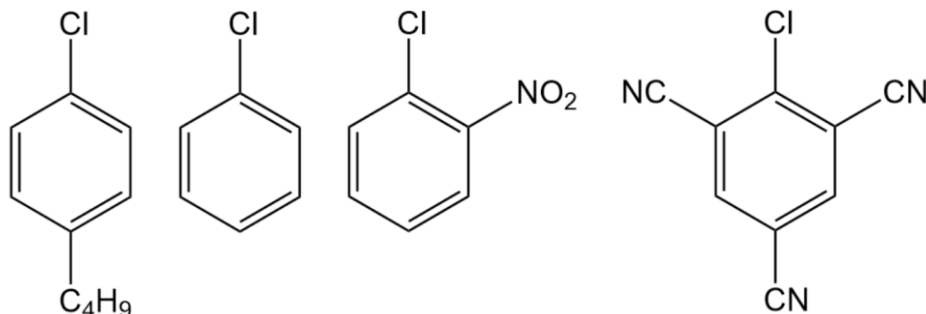
4. Антрацен вступает в реакцию Дильса-Альдера в качестве диена, при этом происходит разрушение единой 14-электронной сопряжённой системы. Реакция идёт по среднему циклу, поскольку образование двух 6-электронных ароматических циклов по концам молекулы оказывается термодинамически более выгодным, чем одной 10-электронной (в случае, если бы реакция шла по одному из боковых колец). В реакции с дегидробензолом образуется триптицен:



Димеризация дегидробензола по типу [2+2]-циклоприсоединения приводит к образованию дифенилена:



5. Акцепторные заместители ( $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{N}_2^+$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{SO}_2\text{R}$  и прочие) стабилизируют анионные сигма-комплексы и другие карбанионы, поскольку способствуют делокализации отрицательного заряда. Донорные заместители ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{O}^-$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NHR}$ ,  $-\text{NR}_2$ , алкильные группы), напротив, дестабилизируют карбанионы. По этой причине ряд увеличения реакционной способности субстратов будет выглядеть следующим образом:



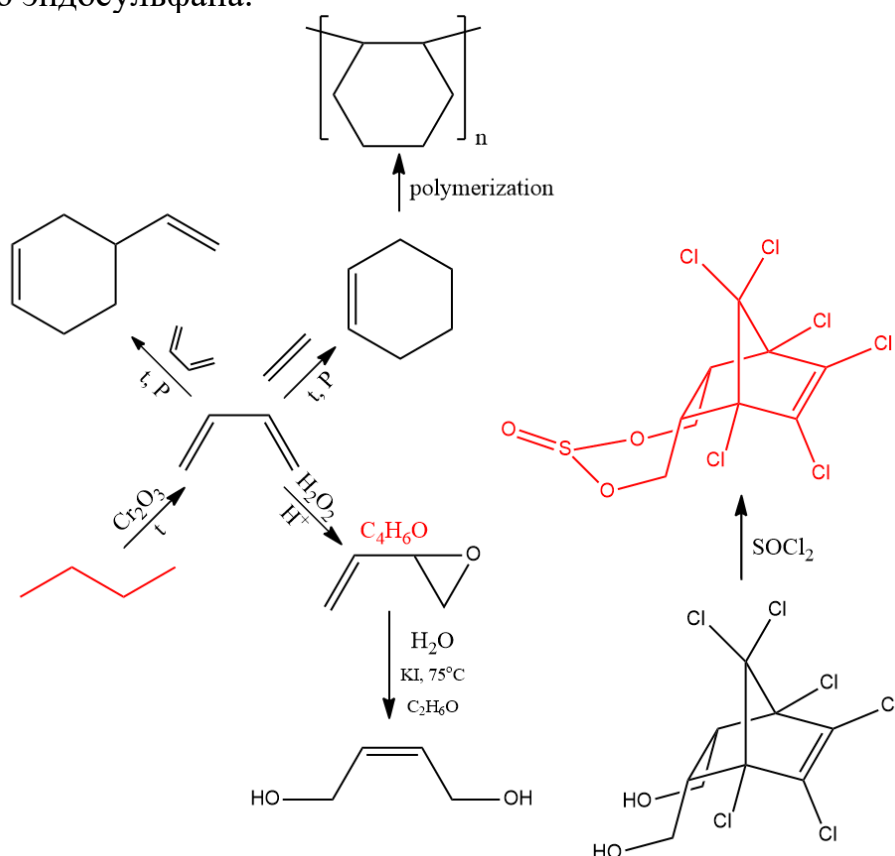
### Критерии оценивания

1. За уравнение реакции взаимодействия  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 балл.
2. За примеры нитрующих агентов, не содержащих  $\text{HNO}_3$  или  $\text{M}(\text{NO}_3)_n$  по 2,5 балла – всего 5 баллов.
3. За правильно написанный механизм взаимодействия о-хлортолуола с  $\text{NH}_2$  – 8 баллов. Если написан только один продукт замещения – 4 балла.
4. За уравнения реакций взаимодействия дегидробензола с антраценом и димеризации дегидробензола по 3 балла – всего 6 баллов.
5. За правильно установленный порядок увеличения реакционной способности субстратов – 6 баллов. Без объяснения – 0 баллов. За ошибки в структурных формулах снимается 0.25 балла за каждый субстрат.

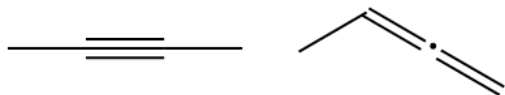
Итого: 26 баллов

## Задача 2.

1. Цепочка превращений начинается с реакции дегидрирования *n*-бутана в присутствии оксида хрома(III). Образуется бутадиен-1,3 **A**, который вступает в реакции Дильса-Альдера с бутадиеном-1,3 и этиленом с образованием веществ **B** и **C** соответственно. Циклогексен **C** полимеризуется с образованием полициклогексена **D**. При взаимодействии **A** с перекисью водорода в кислой среде образуется 1,2-эпоксибутен-3, реагирующий с водой с образованием бутен-2-диола-1,4 **E** (вывод об образовании бутен-2-диола-1,4 можно сделать на основании структурной формулы конечного вещества). **E** вступает в реакцию Дильса-Альдера с образованием **F**, реакция которого с тионилхлоридом приводит к образованию эндосульфана.



2. Изомеры вещества **A**:



## Критерии оценивания

1. За правильно установленные структурные формулы веществ А-Г по 2 балла – всего 12 баллов.
2. За правильно написанные формулы изомеров вещества А по 1 баллу – всего 2 балла.

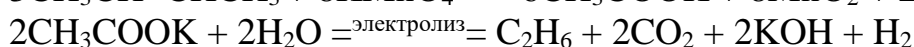
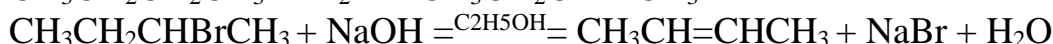
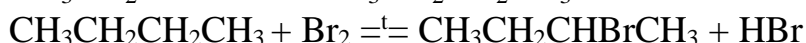
Итого: 14 баллов

### Задача 3.

				1	К	О	Л	Ь	Б	Е								
2	Ф	Л	Ю	О	Р	И	Т											
						3	Т	И	Г	Е	Л	Ь						
							4	Ц	И	К	Л	О	П	Е	Н	Т	Е	Н
5	Т	О	Р	И	Й													

1. *Кольбе*. Реакция электролиза солей карбоновых кислот – реакция Кольбе.

Химические реакции:

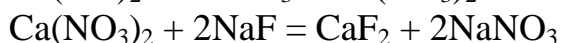
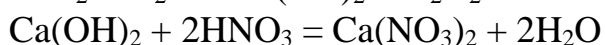


**A** –  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ , **B** –  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$ , **C** –  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ , **D** –  $\text{CH}_3\text{COOK}$ , **E** –  $\text{C}_2\text{H}_6$ .

2. *Флюорит*. Минерал с химической формулой  $\text{CaF}_2$ .

Зная массовую долю кислорода, несложно сделать вывод о том, что только молекула воды может являться искомым бинарным соединением.

Химические реакции:



3. *Тигель*. Применяют для нагрева, высушивания, сжигания, обжига или плавления различных материалов.

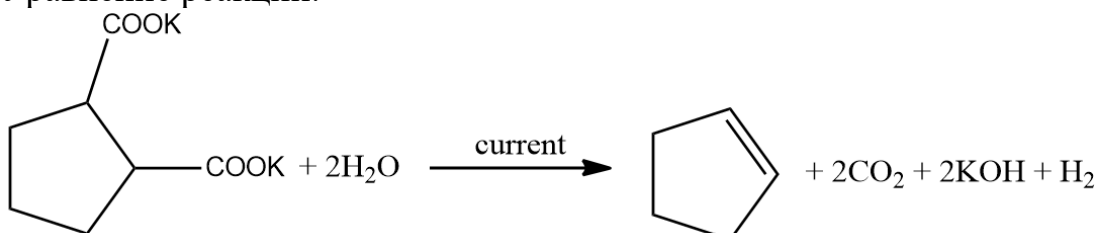
4. *Циклопентен*.

Найдем простейшую формулу исходной соли, приняв ее массу за 100 г.

Элемент	Массовая доля	Масса, г	Кол-во в-ва, моль	Соотношение
С	0,359	35,9	3	3,5
О	0,274	27,4	1,7	2
Н	0,034	3,4	3,4	4
К	0,333	33,3	0,85	1

$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_4\text{K}_2$ . При электролизе водных растворов солей дикарбоновых кислот происходит реакция, схожая с реакцией Кольбе. Если карбоксильные группы расположены в вицинальных положениях, то при декарбоксилировании образуются алкены. Отсюда единственно возможная исходная соль – это дикалиевая соль 1,2-циклопентандикарбоновой кислоты.

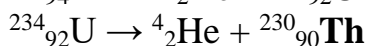
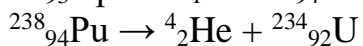
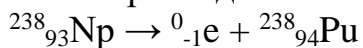
Уравнение реакции:





## 5. Торий.

Схемы распадов:



### Критерии оценивания

1. За установление зашифрованного слова – 1 балл.
2. За установление слов 1 – 5 по 1 баллу – всего 5 баллов.
3. За объяснение целей использования химического оборудования – 1 балл.
4. За уравнения реакций 1 – 3 в пункте 2 по 1 баллу – всего 3 балла.
5. За уравнения реакций 1 – 5 в пункте 1 по 1 баллу – всего 5 баллов.
6. За уравнение реакции электролиза в пункте 4 (оценивается одна из реакций) – 2 балла.
7. За написание ядерных реакций 1 – 3 в пункте 5 по 1 баллу – всего 3 балла.

Итого: 20 баллов

### Задача 4.

1. «Растительной щелочью» - **Ж** - в древности называли поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , т.е. речь идет о калии, который путали с натрием. Газ **В**, который образуется при взаимодействии **И** с озоном, конечно  $\text{O}_2$ . **А** бинарное соединение и выделяет кислород при нагревании – значит **А** – кислородное соединение какого-то элемента оранжево-желтого цвета. Поскольку известна  $w\%(\text{Э}) = 54.9\%$ , то легко установить его молярную массу – 39 г/моль, получаем формулу **А** –  $\text{KO}_2$  – супероксид. При нагревании  $\text{KO}_2$  разлагается и так как получающееся вещество **Б** тоже может в дальнейшем разлагаться, но уже при большей температуре (значит, это не оксид), значит, **Б** -  $\text{K}_2\text{O}_2$ , а получаемое из него **Г** -  $\text{K}_2\text{O}$ . Взаимодействие **А** –  $\text{KO}_2$  с холодным раствором соляной кислоты приводит к образованию соли **Д** –  $\text{KCl}$ , соединению **Е** -  $\text{H}_2\text{O}_2$  и выделяется кислород. Растворение **Б** -  $\text{K}_2\text{O}_2$  в горячей воде приводит к образованию гидроксида калия **И** –  $\text{KOH}$  и выделению кислорода. Взаимодействие **И** –  $\text{KOH}$  с озоном приводит к соединению **З**, известна массовая доля в нем, можно найти молярную массу:  $M(\text{З}) = 39n/0.448 = 87n$ , где  $n$  – количество атомов калия в соединении, при  $n = 1$  остаток составляет 48, что равно  $\text{O}_3$ , значит, **З** –  $\text{KO}_3$ .

2. Газы **Х** и **У** образованы одним элементом, взаимодействие с **Х** приводит к «растительной щелочи»  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , скорее всего речь идет о  $\text{CO}$  или  $\text{CO}_2$ , проверим рассчитав мольную долю кислорода:

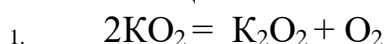
$$w(\text{O в CO}) = 0.571$$

$$w(\text{O в CO}_2) = 0.727$$

$$w(\text{O в CO}_2) / w(\text{O в CO}) = 1.27, \text{ значит, } \text{У} - \text{CO}_2, \text{ а } \text{Х} - \text{CO}:$$

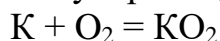
Э, М	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Х	У
К	$\text{KO}_2$	$\text{K}_2\text{O}_2$	$\text{O}_2$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{KCl}$	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{K}_2\text{CO}_3$	$\text{KO}_3$	$\text{KOH}$	$\text{CO}$	$\text{CO}_2$

3. Реакции:



2.  $2\text{K}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{O} + \text{O}_2$
3.  $2\text{KO}_2 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
4.  $2\text{KO}_2 + \text{CO} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
5.  $2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{KOH} + \text{O}_2$
6.  $4\text{KOH} + 4\text{O}_3 = 4\text{KO}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3$

4. Супероксид калия  $\text{KO}_2$  получают сжиганием К в чистом кислороде:



### Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные Э, Х и У, А-И по 1 баллу – 12 баллов.
- 2) За каждое верно написанное и уравненное уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 7 баллов.
- 3) За правильный пример получения соединения А – 1 балл (если реакция написана с ошибками, но в целом верно, то 0.5 балла).

Итого: 20 баллов.

### Задача 5.

Задание 1:

$$a) T_{\text{зам}} = -K * m = -1.86 * \frac{17\text{г}}{92\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 83\text{г}} * 1000 = -4.1^\circ\text{C}$$

$$b) T_{\text{кип}} = T_{\text{кип}}^0 + E * m = 100 + 0.52 * \frac{12.5\text{г}}{180\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 150\text{г}} * 1000 = 100.2^\circ\text{C}$$

Задание 2:

$$a) T_{\text{зам}} = -i * K * m = -2 * 1.86 * \frac{50\text{г}}{58.5\frac{\text{г}}{\text{моль}} * 1.1\text{кг}} = -2.9^\circ\text{C}$$

$$b) m(\text{соли}) = \frac{\Delta T * m(\text{р-ля}) * M(\text{соли})}{i * E} = \frac{1.9 * 0.35 * 142}{3 * 0.52} = 60.5\text{г}$$

$$d) \alpha = i - 1;$$

$$i = \frac{\Delta T}{K * m} = \frac{\Delta T}{K * c}$$

$$Ka \approx \alpha^2 * c = \left( \frac{\Delta T}{K * c} - 1 \right)^2 * c = 1.7 * 10^{-4}$$

Задание 3:

a)

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.42 \text{ моль/л}$$

В 1 литре (1 кг раствора) содержится 50 г соли и 950 г воды, значит, если воды 350 г, то соли 18.4 г

b)

$$C = \frac{\pi}{R * T} = 0.21 \text{ моль/л}$$

24 г фруктозы – 0.133 моль, значит масса раствора = 635 г, тогда нужно добавить 611 мл воды.

Задание 4:

Найдем количество гидроксида натрия:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{-T_{\text{зам}} * m(\text{р-ля})}{i * K} = 0.1 \text{ моль}$$

Растворили 4 грамма гидроксида натрия.

Найдем концентрацию соляной кислоты:

$$C = \frac{\pi}{i * R * T} = 0.098 \text{ моль/л}$$

Соединение	n(HCl), моль	n(NaOH), моль
X	0.034	0.066
Y	0.046	0.054

Можем найти молярные массы X и Y:

$M(X) = 2.71 \text{ г} * n / 0.066 \text{ моль} = 41n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

$M(Y) = 1.76 \text{ г} * n / 0.054 \text{ моль} = 32.6n \text{ г/моль}$ , где n – основность кислоты

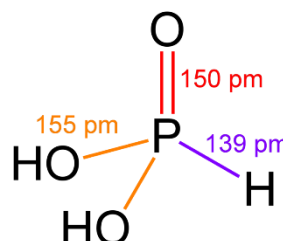
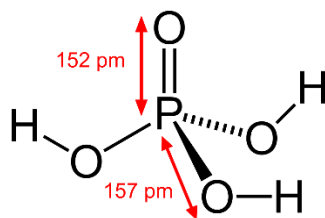
Также мы знаем содержание элемента образующего кислоты

n	M(X) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	41	15.5
2	82	31 P
3	123	46.5

n	M(Y) г/моль	M(Элемента) г/моль
1	32.60	10.3
2	65.2	20.7
3	97.8~98	31 P

X –  $\text{H}_3\text{PO}_3$

Y –  $\text{H}_3\text{PO}_4$



### Критерии оценивания

Задание 1:

а) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

б) За правильно установленную температуру кипения раствора – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

Задание 2:

а) За правильно установленную температуру замерзания раствора – 1 балл

б) За правильно установленную массу сульфата натрия – 1 балл

с) За правильно установленную константу кислотности – 2 балла

Итого по пункту – 4 балла

Задание 3:

а) За правильно установленную массу бромида калия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

За правильно установленное количество воды – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет). Итого по пункту – 4 балла

б)

Задание 4:

а) За правильно установленную массу гидроксида натрия – 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет)

б) За правильно установленные формулы X и Y – по 2 балла (1 балл за значение, 1 балл за расчет) – 4 балла

с) За правильное изображение структурных формул X и Y – по 1 баллу – 2 балла.

Итого по пункту – 8 баллов.

Итого: 20 баллов

# ХИМИЯ 11 КЛАСС

## Вариант I

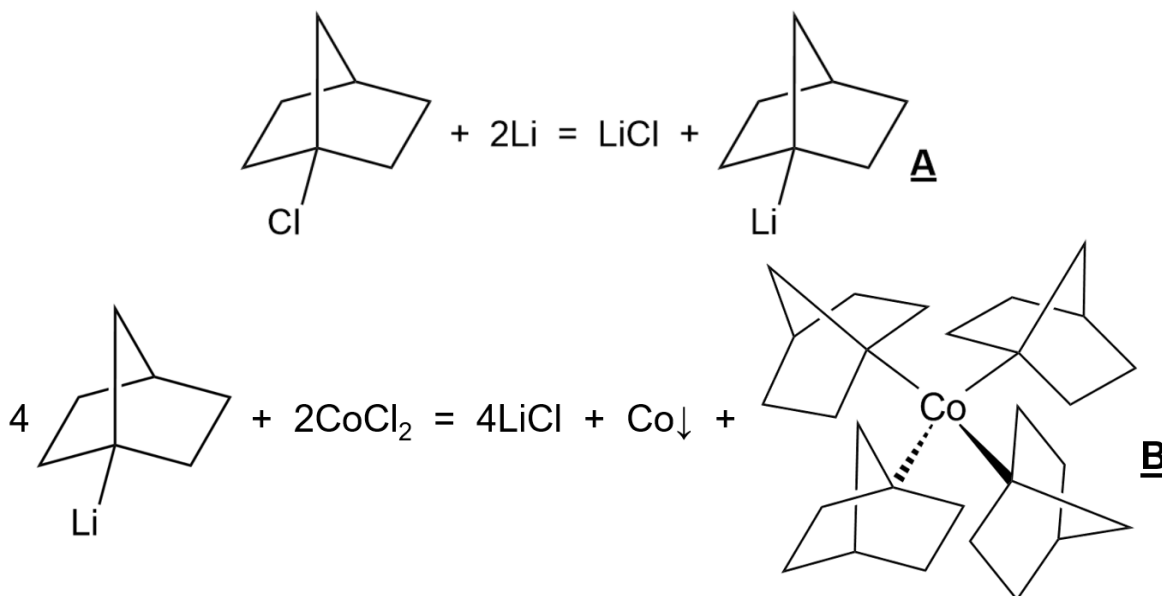
### Задача 1.

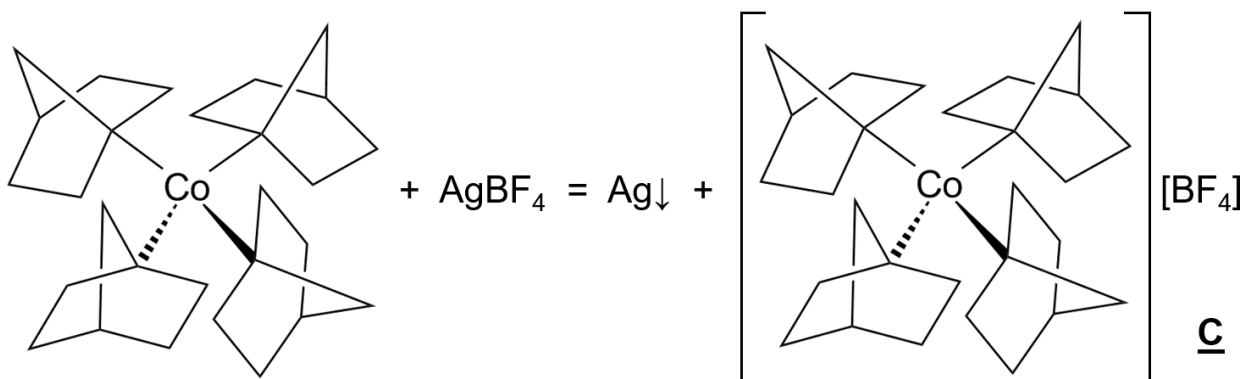
1. К примерам соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8, можно отнести: OsO<sub>4</sub>, RuO<sub>4</sub>, XeO<sub>4</sub>, XeO<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, перксенаты, ксеноновую кислоту и т.п. Также сообщалось о синтезе тетраоксидов FeO<sub>4</sub> и RuO<sub>4</sub>, однако их существование и возможная степень окисления металлов в этих соединениях на данный момент являются предметом споров.

2.

Уравнение реакции	Окислитель	Восстановитель
$2\text{AgCl} + 2\text{F}_2 = 2\text{AgF}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow$	F <sub>2</sub> ; от 0 до -1	AgCl (Ag <sup>+</sup> и Cl <sup>-</sup> ); от +1 до +2 для серебра и от -1 до 0 для хлора
$2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{KClO} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{K}[\text{Cu}(\text{OH})_4] + \text{KCl}$	ClO <sup>-</sup> ; от +1 до -1	Cu(OH) <sub>2</sub> ; от +2 до +3
$\text{NiCl}_2 + 2\text{F}_2 + 2\text{KF} = \text{K}_2[\text{NiF}_6] + \text{Cl}_2 \uparrow$	F <sub>2</sub>	Ni <sup>2+</sup> ; от +2 до +4 Cl <sup>-</sup> ; от -1 до 0
$\text{Cs}_2[\text{CoCl}_4] + 3\text{F}_2 = \text{Cs}_2[\text{CoF}_6] + 2\text{Cl}_2 \uparrow$	F <sub>2</sub>	[CoCl <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> (Co <sup>2+</sup> и Cl <sup>-</sup> ); от +2 до +4 для кобальта и от -1 до 0 для хлора

3. При взаимодействии 1-хлорнорборнана с металлическим литием происходит реакция переметаллирования, в результате чего образуется 1-норборниллитий A. Взаимодействие A с дихлоридом кобальта приводит к диспропорционированию Co<sup>2+</sup> на Co<sup>4+</sup> и металлический кобальт, при этом образуется тетракис(1-норборнил)кобальт(IV) B. Окисление этого соединения тетрафтороборатом серебра сопровождается выделением металлического Ag и образованием соли C, в которой кобальт формально проявляет степень окисления +5.



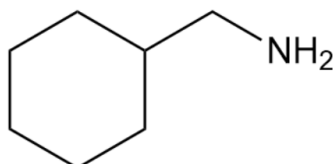


### Критерии оценивания

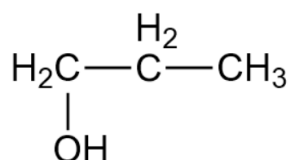
1. За правильно приведённые примеры соединений, в которых по меньшей мере один химический элемент проявляет степень окисления +8 по 1 баллу – всего 2 балла.
  2. За правильно заполненные пропуски в уравнениях реакций по 1 баллу (без коэффициентов по 0.5 балла) – всего 4 балла.
  3. За правильно указанные окислители и восстановители по 0,5 балла, за правильно указанные изменения ст.ок. по 0,5 балла – всего 4 балла.
  4. За установление структурных формул соединений А, В, С по 3 балла – всего 9 баллов.
  5. За уравнения реакций в пункте 3 задачи по 1 баллу – всего 3 балла.
- Итого: 22 балла

### Задача 2.

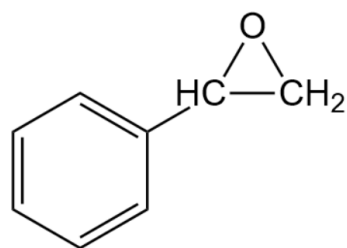
1. Восстановление амидов карбоновых кислот алюмогидридом лития приводит к образованию аминов.



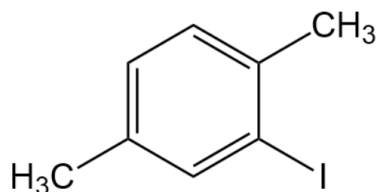
2. Гидроборирование алкенов комплексом  $\text{BH}_3$  и тетрагидрофурана с последующим окислением образующегося триалкилборана пероксидом водорода в щелочной среде приводит к образованию спирта, при этом  $\text{OH}$ -группа связывается с наименее замещённым атомом углерода. Суммарно весь процесс можно представить как присоединение воды к алкену против правила Марковникова.



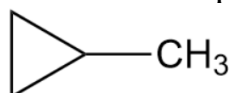
3. Взаимодействие алкенов с *мета*-хлорпероксибензойной кислотой (реакция Прилежаева) приводит к образованию соответствующих эпоксидов.



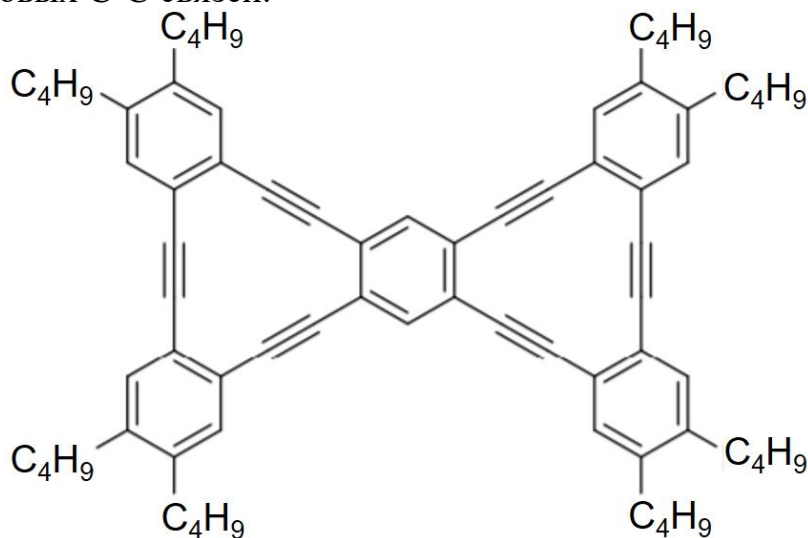
4. Иодирование ароматических соединений смесью  $I_2$  и  $CuCl_2$  протекает по механизму ароматического электрофильного замещения, при этом  $CuCl_2$ , судя по всему, выполняет роль окислителя и слабой кислоты Льюиса.  $CH_3$ -группы, как и в других подобных процессах, ориентируют замещение в орто- и пара-положения цикла.



5. Фотолитическое разложение диазометана сопровождается отщеплением молекулярного азота и образованием карбена  $:CH_2$ , который способен присоединяться к двойным связям алкенов с образованием циклопропанов.



6. Терминальные алкины в присутствии солей одновалентной меди вступают с арилгалогенидами в реакцию кросс-сочетания, сопровождающуюся образованием новых C-C связей.



### Критерии оценивания

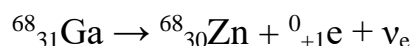
1. За структурные формулы продуктов реакций 1-3 по 2 балла – всего 6 баллов.

2. За структурные формулы продуктов реакций 4-6 по 4 балла – всего 12 баллов.

Итого: 18 баллов

### Задача 3.

1. Схема позитронного распада галлия-68:



2. На основании схемы реакции синтеза и структурной формулы  ${}^{68}\text{Ga}$ -ДОТА-ТАТЕ можно сделать вывод о том, что хлорид и пептид реагируют в эквимольном соотношении. ДОТА-ТАТЕ находится в избытке. Все вычисления проводим по  ${}^{68}\text{GaCl}_3$ .

Из закона радиоактивного распада несложно найти связь между постоянной распада и периодом полураспада (вывод формулы нахождения  $\lambda$  не оценивается):

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$$\lambda = \ln 2 / (67,71 * 60) = 1,71 * 10^{-4} \text{ c}^{-1}$$

По уравнению закона радиоактивного распада:

$$t = \ln(N_t/N_0) / (-\lambda)$$

Зная, что активность продукта реакции равна 653,2 МБк, найдем  $N_t({}^{68}\text{Ga})$  (к моменту окончания синтеза):

$$N_t = A_t / \lambda$$

$$N_t = 653,2 * 10^6 / (1,71 * 10^{-4}) = 3,83 * 10^{12}$$

Дальнейшие вычисления можно вести по-разному (с использованием молей, числа атомов и т.д.).

Найдем  $N_0({}^{68}\text{Ga})$ :

$$N = nN_A$$

$$N_0({}^{68}\text{Ga}) = 0,0079 * 10^{-9} * 6,02 * 10^{23} = 4,76 * 10^{12}$$

Найдем время синтеза t:

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t)$$

$$\ln(N_t/N_0) / (-\lambda) = t$$

$$t = \ln(3,83 * 10^{12} / (4,76 * 10^{12})) / (-1,71 * 10^{-4}) = 1271,3 \text{ c} = 0,35 \text{ ч}$$

Исходная активность  ${}^{68}\text{Ga}$ :

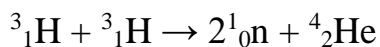
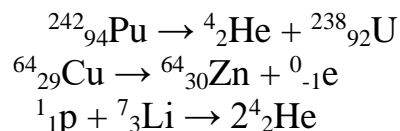
$$A_0 = 1,71 * 10^{-4} * 4,76 * 10^{12} = 8,11 * 10^8 \text{ Бк}$$

Количество вещества распавшегося  ${}^{68}\text{Ga}$ :

$$n_{\text{расп}}({}^{68}\text{Ga}) = (N_0 - N_t) / N_A = 1,54 * 10^{-12} \text{ моль}$$



### 3. Схемы ядерных реакций:



#### Критерии оценивания

1. За схему позитронного распада галлия-68 – 1 балл.
2. За определение времени синтеза препарата (в час.), исходной активности  $^{68}\text{Ga}$ , количества вещества распавшегося  $^{68}\text{Ga}$  по 5 баллов – всего 15 баллов.
3. За уравнения ядерных реакций по 1 баллу – всего 4 балла.

Итого: 20 баллов

#### Задача 4.

Элемент Э очень распространен на нашей планете, образует большое число различных газов, таких элементов немного, один из таких – N (азот). Также дополнительная подсказка связана с оранжево-желтым газом Б, который получается после взаимодействия с  $\text{Cl}_2$ , что может говорить о  $\text{NOCl}$ .

Тогда можно предположить, что бесцветный газ X –  $\text{NO}$ . А –  $\text{NO}_2$

В –  $\text{N}_2\text{O}_3$ , проверим это расчетом мольной доли азота в этом соединении:  $W(\text{N}) = 0.368$ , что соответствует условию. Сухое вещество, содержащее азот в своем составе, взаимодействует с хлором, которое не растворяется в воде, скорее всего Г –  $\text{AgNO}_3$ . Соединение Д –  $\text{N}_2\text{O}_5$  – подтверждает то, что оно взаимодействует с водой с образованием единственного продукта Е –  $\text{HNO}_3$ . Так как X –  $\text{NO}$ , то массовая доля азота в этом соединении = 0.467. В Y она больше в 1.765 раз, значит она равна 0.824. Тогда молярная масса Y равна  $14n/0.824 = 17n$ , где n – количество азотов в молекуле, при n = 1 остаток составляет 3, что говорит о том, что Y –  $\text{NH}_3$ . Соединение Д –  $\text{N}_2\text{O}_5$  – подтверждает то, что оно взаимодействует с водой с образованием единственного продукта Е –  $\text{HNO}_3$ . Ж –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Газ З –  $\text{N}_2\text{O}$ . Простое вещество И –  $\text{N}_2$ .

Э	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Х	Y
N	$\text{NO}_2$	$\text{NOCl}$	$\text{N}_2\text{O}_3$	$\text{AgNO}_3$	$\text{N}_2\text{O}_5$	$\text{HNO}_3$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2$	$\text{NO}$	$\text{NH}_3$

#### 2. Реакции:

1.  $2\text{NO} + \text{O}_2 = \text{NO}_2$
2.  $\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_3$
3.  $3\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + 4\text{NO}$
4.  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$
5.  $3\text{NOCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{HCl} + \text{HNO}_3 + 2\text{NO}$
6.  $4\text{AgNO}_3 + 2\text{Cl}_2 = 4\text{AgCl} + 2\text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}_2$
7.  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$
8.  $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$
9.  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
10.  $3\text{N}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 = 4\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

### Критерии оценивания

1. За правильно установленный элемент Э – 1.5 балла. За правильно установленные формулы А-И, Х и Y по 0.5 баллов – 7 баллов.

2. За уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 10 баллов.

Итого: 17 баллов

### Задача 5.

1. В условии указано, что при взаимодействии А-Е с SiO<sub>2</sub> образуется газ Ж, который содержит кремний. Таких газов немного. Предположим, что это SiF<sub>4</sub>, тогда соединения элемента Х и элемента Y содержат фтор. Проверим свое предположение по массовой доле Х в Б. Выразим молярную массу Б:  $M(B) = 19n/(1-0.384) = 30.84n$ . В табл. Приведены значения молярных масс Б и X (Y) для разных n.

n	M(Б)	M(остатка)
1	30.84	11.84
2	61.68	23.68
3	92.52	<b>35.52 Cl</b>
4	123.36	47.36
5	154.2	59.20
6	185.04	71.04
7	215.88	82.88

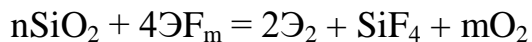
Тоже самое проведем с соединением Е:

$$M(E) = 19n/(1-0.808) = 99n$$

n	M(E)	M(остатка)
1	99	<b>80 Br</b>
2	198	160
3	297	240

Таким образом **X – Cl, Y – Br. Б - ClF<sub>3</sub>, E = BrF**

2. Реакция с SiO<sub>2</sub> в общем виде выглядит следующим образом:



Разложение пероксида бария:



Соединение	Количество исходного соединения	n(O <sub>2</sub> ), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
<b>А</b>	0.18 моль	0.045	4
<b>ClF<sub>3</sub></b>	0.113 моль	0.085	1,33
<b>В</b>	0.088 моль	0.11	0,8
<b>Г</b>	11.6 г	0.083	
<b>Д</b>	26.0 г	0.143	
<b>BrF</b>	26.0 г	0.066	

Для А: m=1, т.е. **А – ClF**

Для В:  $4/m=0,8$ ;  $m=5$ ; В –  $\text{ClF}_5$

Г и Д могут иметь состав  $\text{BrF}_3$  и  $\text{BrF}_5$

	М (Г), г/моль	n(Г), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
	137	0.085	1
	<b>175</b>	<b>0.066</b>	<b>0,8</b>

Соответствует стехиометрии реакции  $\text{BrF}_5$ , это Г, тогда Д =  $\text{BrF}_3$ . Проверим

	М(Д), г/моль	n(Д), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
	91	0.286	1 : 2
	<b>137</b>	<b>0.190</b>	<b>3 : 4</b>
	182	0.143	1 : 1

Состав  $\text{BrF}_3$  соответствует стехиометрии реакции

А –  $\text{ClF}$ , Б –  $\text{ClF}_3$ , В –  $\text{ClF}_5$ , Г –  $\text{BrF}_5$ , Д –  $\text{BrF}_3$ , Е –  $\text{BrF}$ , Ж –  $\text{SiF}_4$

3. Уравнения:

1.  $\text{SiO}_2 + 4\text{ClF} = 2\text{Cl}_2 + \text{SiF}_4 + \text{O}_2$
2.  $3\text{SiO}_2 + 4\text{ClF}_3 = 2\text{Cl}_2 + 3\text{SiF}_4 + 3\text{O}_2$
3.  $5\text{SiO}_2 + 4\text{ClF}_5 = 2\text{Cl}_2 + 5\text{SiF}_4 + 5\text{O}_2$
4.  $3\text{SiO}_2 + 4\text{BrF}_3 = 2\text{Br}_2 + 3\text{SiF}_4 + 3\text{O}_2$
5.  $5\text{SiO}_2 + 4\text{BrF}_5 = 2\text{Br}_2 + 5\text{SiF}_4 + 5\text{O}_2$
6.  $\text{SiO}_2 + 4\text{BrF} = 2\text{Br}_2 + \text{SiF}_4 + \text{O}_2$

#### Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные элементы Х и Y по 1,5 балла - 3 балла.
- 2) За правильно установленные соединения А-Ж по 2 балла (если не приведены расчеты – по 1 баллу) – 14 баллов,
- 3) За уравнения реакций А-Е по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то 1 балл) – 6 баллов.

Итого: 23 балла

## ХИМИЯ 11 КЛАСС Вариант II

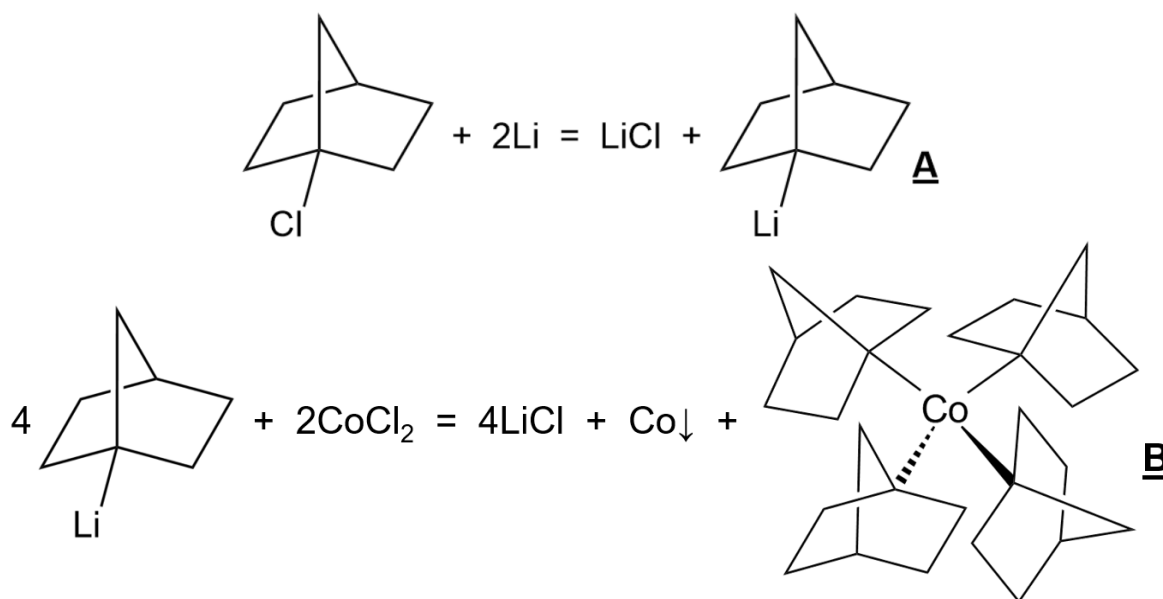
### Задача 1.

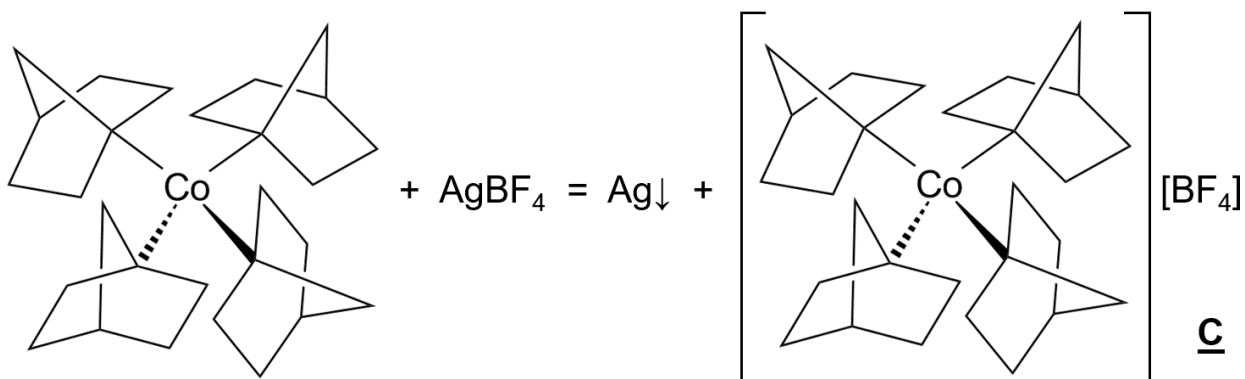
1. К примерам соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8, можно отнести: OsO<sub>4</sub>, RuO<sub>4</sub>, XeO<sub>4</sub>, XeO<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, перксенаты, ксеноновую кислоту и т.п. Также сообщалось о синтезе тетраоксидов FeO<sub>4</sub> и RuO<sub>4</sub>, однако их существование и возможная степень окисления металлов в этих соединениях на данный момент являются предметом споров.

2.

Уравнение реакции	Окислитель	Восстановитель
$2\text{AgF} + \text{ClF}_3 = 2\text{AgF}_2 + \text{ClF}$	ClF <sub>3</sub> ; Cl - от +3 до +1	Ag <sup>+</sup> ; от +1 до +2
$\text{CuF}_2 + \text{F}_2 + 2\text{CsF} = \text{Cs}_2[\text{CuF}_6]$	F <sub>2</sub> ; от 0 до -1	Cu <sup>2+</sup> ; от +2 до +4
$2\text{Au} + 5\text{KrF}_2 = 2\text{AuF}_5 + 5\text{Kr}\uparrow$	Kr- от +2 до 0	Au; от 0 до +5
$\text{NiCl}_2 + 2\text{F}_2 + 2\text{RbF} = \text{Rb}_2[\text{NiF}_6] + \text{Cl}_2\uparrow$	F <sub>2</sub> ; от 0 до -1	Ni <sup>2+</sup> от +2 до +4; Cl <sup>-</sup> от -1 до 0

3. При взаимодействии 1-хлорнорборнана с металлическим литием происходит реакция переметаллирования, в результате чего образуется 1-норборниллитий A. Взаимодействие A с дихлоридом кобальта приводит к диспропорционированию Co<sup>2+</sup> на Co<sup>4+</sup> и металлический кобальт, при этом образуется тетракис(1-норборнил)кобальт(IV) B. Окисление этого соединения тетрафтороборатом серебра сопровождается выделением металлического Ag и образованием соли C, в которой кобальт формально проявляет степень окисления +5.





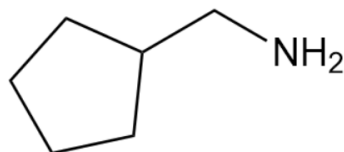
### Критерии оценивания

1. За правильно приведённые примеры соединений, в которых по меньшей мере один химический элемент проявляет степень окисления +8 по 1 баллу – всего 2 балла.
2. За правильно указанные окислители и восстановители по 0,5 балла, за правильно указанные изменения ст.ок. по 0,5 балла – всего 4 балла.
3. За установление структурных формул соединений А, В, С по 3 балла – всего 9 баллов.
4. За уравнения реакций в пункте 3 задачи по 1 баллу – всего 3 балла.

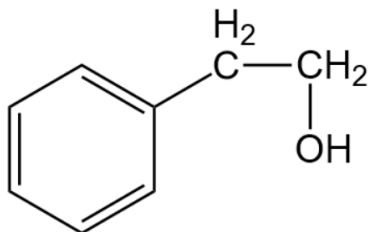
Итого: 22 балла

### Задача 2.

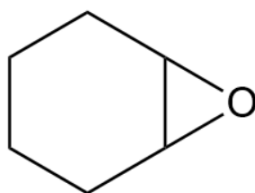
1. Восстановление амидов карбоновых кислот алюмогидридом лития приводит к образованию аминов.



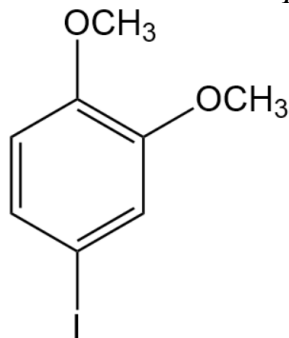
2. Гидроборирование алкенов комплексом  $\text{BH}_3$  и тетрагидрофурана с последующим окислением образующегося триалкилборана пероксидом водорода в щелочной среде приводит к образованию спирта, при этом  $\text{OH}$ -группа связывается с наименее замещённым атомом углерода. Суммарно весь процесс можно представить как присоединение воды к алкену против правила Марковникова.



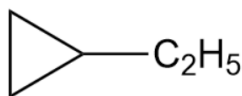
3. Взаимодействие алкенов с *мета*-хлорпероксибензойной кислотой (реакция Прилежаева) приводит к образованию соответствующих эпоксидов.



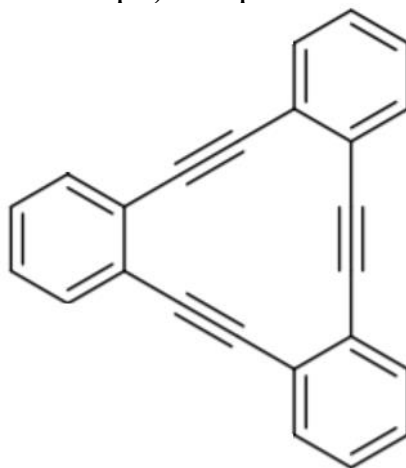
4. Иодирование ароматических соединений трифторацетилгипоиодитом, образующимся *in situ* из иода и трифторацетата серебра, протекает по механизму электрофильного ароматического замещения. Метокси-группы, как и в других подобных процессах, ориентируют замещение в *орто*- и *пара*-положения кольца.



5. Фотолитическое разложение диазометана сопровождается отщеплением молекулярного азота и образованием карбена :CH<sub>2</sub>, который способен присоединяться к двойным связям алкенов с образованием циклопропанов.



6. Ацетилениды меди в пиридине вступают с арилгалогенидами в реакцию кросс-сочетания (реакцию Стефенса-Кастро) с образованием новых С-С связей.



### Критерии оценивания

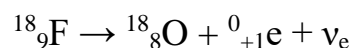
1. За структурные формулы продуктов реакций 1-3 по 2 балла – всего 6 баллов.

2. За структурные формулы продуктов реакций 4-6 по 4 балла – всего 12 баллов.

Итого: 18 баллов

### Задача 3.

1. Схема позитронного распада фтора-18:



2. На основании приведенной реакции можно сделать вывод о том, что  $^{18}\text{F}^-$  и прекурсор реагируют в эквимольном соотношении. Прекурсор находится в избытке. Все вычисления проводим по  $^{18}\text{F}^-$ .

Из закона радиоактивного распада несложно найти связь между постоянной распада и периодом полураспада (вывод формулы нахождения  $\lambda$  не оценивается):

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$
$$\lambda = \ln 2 / (109,77 * 60) = 1,05 * 10^{-4} \text{ c}^{-1}$$

По уравнению закона радиоактивного распада:

$$t = \ln(N_t / N_0) / (-\lambda)$$

Зная, что активность продукта реакции равна 3,02 ГБк, найдем  $N_t(^{18}\text{F})$  (к моменту окончания фторирования):

$$N_t = A_t / \lambda$$
$$N_t = 3,02 * 10^9 / (1,05 * 10^{-4}) = 2,87 * 10^{13}$$

Дальнейшие вычисления можно вести по-разному (с использованием молей, числа атомов и т.д.).

Найдем  $N_0(^{18}\text{F})$ :

$$N = n N_A$$
$$N_0(^{18}\text{F}) = 0,058 * 10^{-9} * 6,02 * 10^{23} = 3,49 * 10^{13}$$

Найдем время реакции  $t$ :

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t)$$
$$\ln(N_t / N_0) / (-\lambda) = t$$
$$t = \ln(2,87 * 10^{13} / (3,49 * 10^{13})) / (-1,05 * 10^{-4}) = 1864,3 \text{ c} = 0,52 \text{ ч}$$

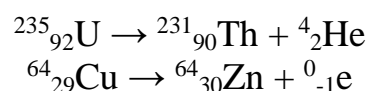
Исходная активность  $^{18}\text{F}$ :

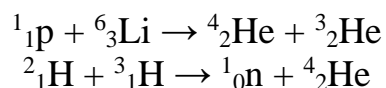
$$A_0 = 1,05 * 10^{-4} * 3,49 * 10^{13} = 3,67 * 10^9 \text{ Бк}$$

Количество вещества распавшегося  $^{18}\text{F}$ :

$$n_{\text{расп}}(^{18}\text{F}) = (N_0 - N_t) / N_A = 1,03 * 10^{-11} \text{ моль}$$

3. Схемы ядерных реакций:





### Критерии оценивания

1. За схему позитронного распада фтора-18 – 1 балл.
  2. За определение времени фторирования прекурсора (в час.), исходной активности  ${}^{18}\text{F}$ , количества вещества распавшегося  ${}^{18}\text{F}$  по 5 баллов – всего 15 баллов.
  3. За уравнения ядерных реакций по 1 баллу – всего 4 балла.
- Итого: 20 баллов

### Задача 4.

Элемент Э очень распространен на нашей планете, образует большое число различных газов, таких элементов немного, один из таких – N (азот).

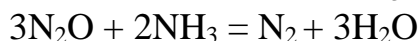
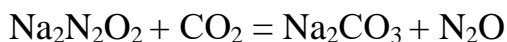
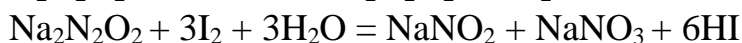
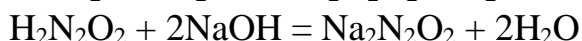
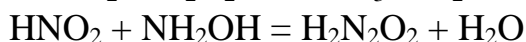
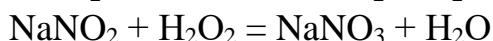
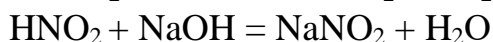
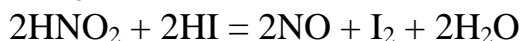
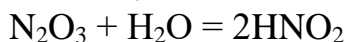
При обработке А холодной водой образуется кислота Б, соль которой в дальнейшем может быть окислена пероксидом водорода, значит, Б – скорее всего  $\text{HNO}_2$ . Так как это единственный продукт реакции при взаимодействии А с холодной водой, то можно предположить, что А –  $\text{N}_2\text{O}_3$ . Это также можно проверить расчетом:  $W(\text{N}) = 0.368$ , что соответствует условию. Так как В – бесцветный газ, то В – NO. Г –  $\text{NaNO}_2$ . Д –  $\text{NaNO}_3$

Рассчитаем молярную массу Y:  $14n/0.824 = 17n$ , где n – количество азотов, при n = 1 остаток составляет 3, что соответствует Y –  $\text{NH}_3$

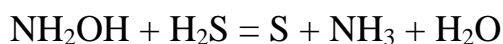
Рассчитаем молярную массу X:  $14n/0.424 = 33n$ , где n – количество азотов, как известно из условия, молекула X содержит на один атом кислорода больше, тогда при n = 1 X –  $\text{NH}_2\text{OH}$ . Е –  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ , на что может натолкнуть расчет молярной массы исходя из мольной доли азота:  $M(\text{E}) = 14n/0.452 = 31n$ , где n – количество азотов, где при n = 2 Е –  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ . Газ З –  $\text{N}_2\text{O}$ . Простое вещество И –  $\text{N}_2$ .

Э	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
N	$\text{N}_2\text{O}_3$	$\text{HNO}_2$ 2	NO	$\text{NaNO}_2$	$\text{NaNO}_3$	$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ 2O2	$\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2$ 2	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2$
Х	Y								
$\text{NH}_2\text{OH}$	$\text{NH}_3$								

### 2. Реакция 1:







### Критерии оценивания

1. За правильно установленный элемент Э – 1.5 балла. За правильно установленные формулы А-И, Х и Y по 0.5 баллов – 7 баллов.

2. За уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 10 баллов.

Итого: 17 баллов

### Задача 5.

4. В условии указано, что при взаимодействии А-Е с  $\text{SiO}_2$  образуется газ Ж, который содержит кремний. Таких газов немного. Предположим, что это  $\text{SiF}_4$ , тогда соединения элемента Х и элемента Y содержат фтор. Проверим свое предположение по массовой доле Х в Б. Выразим молярную массу Б:  $M(\text{Б}) = 19n/(1-0.584) = 45.67n$ . В табл. Приведены значения молярных масс Б и Х (Y) для разных n.

n	M(Б)	M(остатка)
1	45,67	26,67
2	91,34	53,34
3	137,01	<b>80,01 Br</b>
4	182,68	106,68
5	228,35	133,35
6	274,02	160,02
7	319,69	186,69

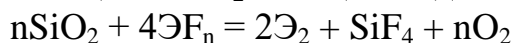
Тоже самое проведем с соединением Г:

$$M(\text{Е}) = 19n/(1-0.272) = 99n$$

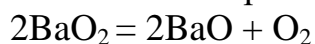
n	M(Г)	M(остатка)
1	26,1	7,1
2	52,2	14,2
3	78,3	21,3
4	104,4	28,4
5	130,5	<b>35,5 Cl</b>
6	156,6	42,6
7	182,7	49,7

Таким образом Х – Br, Y – Cl, Б=**BrF<sub>3</sub>**, Г = **ClF<sub>5</sub>**

Реакция с  $\text{SiO}_2$  в общем виде выглядит следующим образом:



Разложение пероксида бария:



Соединение	Количество исходного соединения	n(O <sub>2</sub> ), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
<b>А</b>	20.0 г	0.05	
<b>BrF<sub>3</sub></b>	23.2 г	0.127	

<b>В</b>	16.55 г	0.118	
<b>ClF<sub>5</sub></b>	0.068 моль	0.085	0,8
<b>Д</b>	0.08 моль	0.06	1,33
<b>Е</b>	0.28 моль	0.07	4

Для Д:  $4/m=1,33$ ;  $m=3$ ; Д – ClF<sub>3</sub>

Для Е:  $m=1$ , т.е. Е – ClF

А и В могут иметь состав BrF и BrF<sub>5</sub>

m	M (A), г/моль	n(Г), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
<b>1</b>	<b>99</b>	<b>0.202</b>	<b>4</b>
5	175	0.114	2,3

Соответствует стехиометрии реакции **BrF**, это Г, тогда Д = **BrF<sub>5</sub>**. Проверим

m	M(B), г/моль	n(Д), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
2	118	0.236	0,5
4	156	0.118	1
<b>5</b>	<b>175</b>	<b>0.0945</b>	<b>0,8</b>

Состав BrF<sub>5</sub> соответствует стехиометрии реакции

**А – BrF, Б – BrF<sub>3</sub>, В – BrF<sub>5</sub>, Г – ClF<sub>5</sub>, Д – ClF<sub>3</sub>, Е – ClF, Ж – SiF<sub>4</sub>**

3. Уравнения:

- $\text{SiO}_2 + 4\text{ClF} = 2\text{Cl}_2 + \text{SiF}_4 + \text{O}_2$
- $3\text{SiO}_2 + 4\text{ClF}_3 = 2\text{Cl}_2 + 3\text{SiF}_4 + 3\text{O}_2$
- $5\text{SiO}_2 + 4\text{ClF}_5 = 2\text{Cl}_2 + 5\text{SiF}_4 + 5\text{O}_2$
- $\text{SiO}_2 + 4\text{BrF} = 2\text{Br}_2 + \text{SiF}_4 + \text{O}_2$
- $3\text{SiO}_2 + 4\text{BrF}_3 = 2\text{Br}_2 + 3\text{SiF}_4 + 3\text{O}_2$
- $5\text{SiO}_2 + 4\text{BrF}_5 = 2\text{Br}_2 + 5\text{SiF}_4 + 5\text{O}_2$

### Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные элементы X и Y по 1,5 балла - 3 балла.
- 2) За правильно установленные соединения А-Ж по 2 балла (если не приведены расчеты – по 1 баллу) – 14 баллов,
- 3) За уравнения реакций А-Е по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то 1 балл) – 6 баллов.

Итого: 23 балла

## ХИМИЯ 11 КЛАСС Вариант III

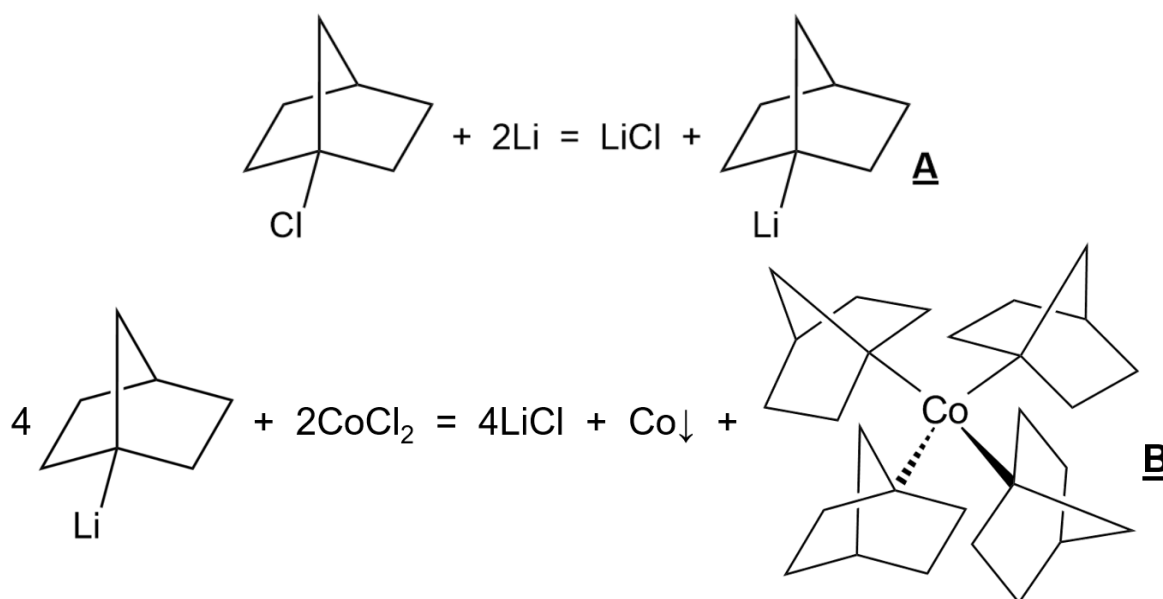
### Задача 1.

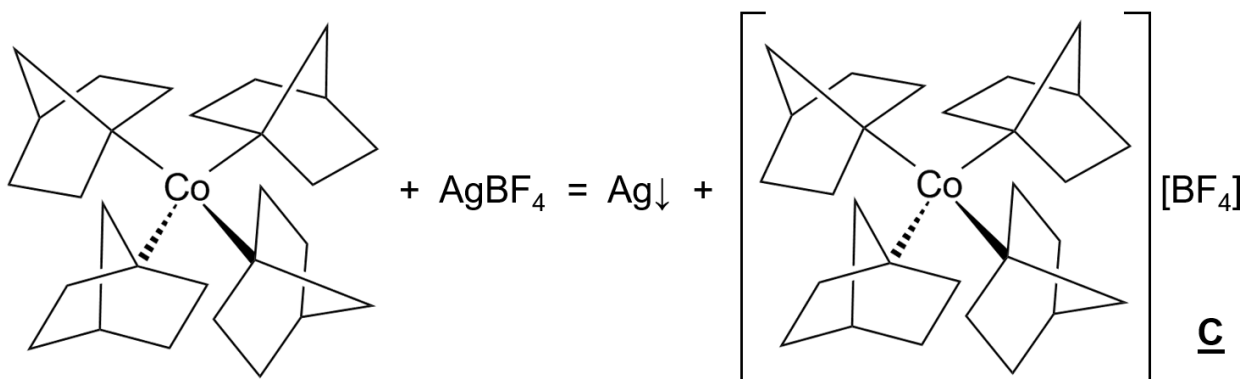
1. К примерам соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8, можно отнести: OsO<sub>4</sub>, RuO<sub>4</sub>, XeO<sub>4</sub>, XeO<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, перксенаты, ксеноновую кислоту и т.п. Также сообщалось о синтезе тетраоксидов FeO<sub>4</sub> и RuO<sub>4</sub>, однако их существование и возможная степень окисления металлов в этих соединениях на данный момент являются предметом споров.

2.

Уравнение реакции	Окислитель	Восстановитель
$\text{AgF} + \text{KF} + \text{F}_2 = \text{K}[\text{AgF}_4]$	$\text{F}_2$ ; от 0 до -1	$\text{Ag}^+$ ; от +1 до +3
$2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{KOH} = \text{Cu}_2\text{O}_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ за счёт пероксидного кислорода; от -1 до -2	$\text{Cu}(\text{OH})_2$ ; от +2 до +3
$\text{CuCl} + 3\text{KCl} + 3\text{F}_2 = \text{K}_3[\text{CuF}_6] + 2\text{Cl}_2\uparrow$	$\text{F}_2$ ; от 0 до -1	$\text{Cu}^+$ ; от +1 до +3 $\text{Cl}^-$ ; от -1 до 0
$2\text{Au} + 5\text{KrF}_2 + 2\text{KF} = 2\text{K}[\text{AuF}_6] + 5\text{Kr}\uparrow$	$\text{KrF}_2$ ; от +2 до 0	$\text{Au}$ ; от 0 до +5

3. При взаимодействии 1-хлорнорборнана с металлическим литием происходит реакция переметаллирования, в результате чего образуется 1-норборниллитий **A**. Взаимодействие **A** с дихлоридом кобальта приводит к диспропорционированию  $\text{Co}^{2+}$  на  $\text{Co}^{4+}$  и металлический кобальт, при этом образуется тетракис(1-норборнил)кобальт(IV) **B**. Окисление этого соединения тетрафтороборатом серебра сопровождается выделением металлического Ag и образованием соли **C**, в которой кобальт формально проявляет степень окисления +5.



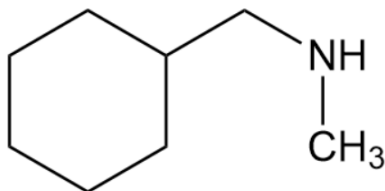


### Критерии оценивания

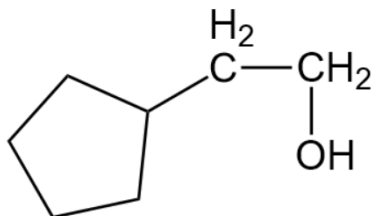
1. За правильно приведённые примеры соединений, в которых по меньшей мере один химический элемент проявляет степень окисления +8 по 1 баллу – всего 2 балла.
  2. За правильно указанные окислители и восстановители по 0,5 балла, за правильно указанные изменения ст.ок. по 0,5 балла – всего 4 балла.
  3. За установление структурных формул соединений А, В, С по 3 балла – всего 9 баллов.
  4. За уравнения реакций в пункте 3 задачи по 1 баллу – всего 3 балла.
- Итого: 22 балла

### Задача 2.

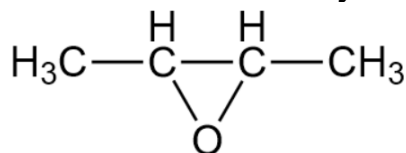
1. Восстановление амидов карбоновых кислот алюмогидридом лития приводит к образованию аминов.



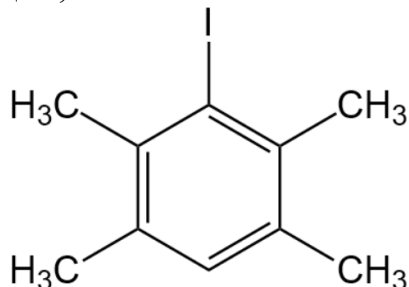
2. Гидроборирование алкенов комплексом  $\text{BH}_3$  и тетрагидрофурана с последующим окислением образующегося триалкилборана пероксидом водорода в щелочной среде приводит к образованию спирта, при этом  $\text{OH}$ -группа связывается с наименее замещённым атомом углерода. Суммарно весь процесс можно представить как присоединение воды к алкену против правила Марковникова.



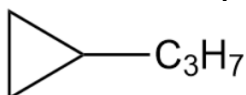
3. Взаимодействие алкенов с *мета*-хлорпероксибензойной кислотой (реакция Прилежаева) приводит к образованию соответствующих эпоксидов.



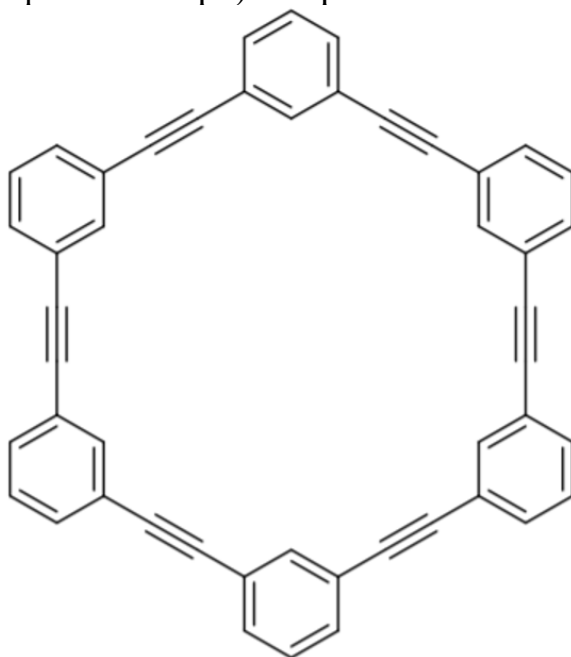
4. Иодирование ароматических соединений в присутствии окислителей ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HIO}_4$  и т.п.) протекает по механизму электрофильного ароматического замещения, при этом  $\text{CH}_3$ -группа, как и в других подобных реакциях, ориентирует замещение в *орто*- и *пара*-положение. Окислитель в данной системе способствует генерации активной электрофильной частицы, а также смещению равновесия в сторону образования продуктов реакции, т.к. окисляет побочный продукт –  $\text{HI}$ .



5. Фотолитическое разложение диазометана сопровождается отщеплением молекулярного азота и образованием карбена  $:\text{CH}_2$ , который способен присоединяться к двойным связям алкенов с образованием циклопропанов.



6. Ацетилениды меди в пиридине вступают с арилгалогенидами в реакцию кросс-сочетания (реакцию Стефенса-Кастро) с образованием новых C-C связей.



### Критерии оценивания

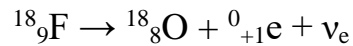
1. За структурные формулы продуктов реакций 1-3 по 2 балла – всего 6 баллов.

2. За структурные формулы продуктов реакций 4-6 по 4 балла – всего 12 баллов.

Итого: 18 баллов

### Задача 3.

1. Схема позитронного распада фтора-18:



2. На основании приведенной реакции можно сделать вывод о том, что  ${}^{18}\text{F}^-$  и прекурсор реагируют в эквимольном соотношении. Прекурсор находится в избытке. Все вычисления проводим по  ${}^{18}\text{F}^-$ .

Из закона радиоактивного распада несложно найти связь между постоянной распада и периодом полураспада (вывод формулы нахождения  $\lambda$  не оценивается):

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$$\lambda = \ln 2 / (109,77 * 60) = 1,05 * 10^{-4} \text{ c}^{-1}$$

По уравнению закона радиоактивного распада:

$$t = \ln(N_t/N_0) / (-\lambda)$$

Зная, что активность продукта реакции равна 3,02 ГБк, найдем  $N_t({}^{18}\text{F})$  (к моменту окончания фторирования):

$$N_t = A_t / \lambda$$

$$N_t = 3,4 * 10^9 / (1,05 * 10^{-4}) = 3,23 * 10^{13}$$

Дальнейшие вычисления можно вести по-разному (с использованием молей, числа атомов и т.д.).

Найдем  $N_0({}^{18}\text{F})$ :

$$N = nN_A$$

$$N_0({}^{18}\text{F}) = 0,062 * 10^{-9} * 6,02 * 10^{23} = 3,73 * 10^{13}$$

Найдем время реакции  $t$ :

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t)$$

$$\ln(N_t/N_0) / (-\lambda) = t$$

$$t = \ln(3,23 * 10^{13} / (3,73 * 10^{13})) / (-1,05 * 10^{-4}) = 1371,8 \text{ c} = 0,38 \text{ ч}$$

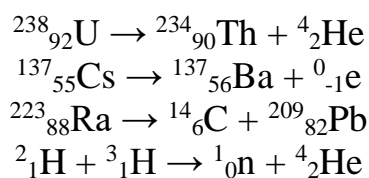
Исходная активность  ${}^{18}\text{F}$ :

$$A_0 = 1,05 * 10^{-4} * 3,73 * 10^{13} = 3,93 * 10^9 \text{ Бк}$$

Количество вещества распавшегося  ${}^{18}\text{F}$ :

$$n_{\text{расп}}({}^{18}\text{F}) = (N_0 - N_t) / N_A = 8,33 * 10^{-12} \text{ моль}$$

3. Схемы ядерных реакций:



### Критерии оценивания

1. За схему позитронного распада фтора-18 – 1 балл.
  2. За определение времени фторирования прекурсора (в час.), исходной активности  $^{18}\text{F}$ , количества вещества распавшегося  $^{18}\text{F}$  по 5 баллов – всего 15 баллов.
  3. За уравнения ядерных реакций по 1 баллу – всего 4 балла.
- Итого: 20 баллов

### Задача 4.

Элемент Э очень распространен на нашей планете, образует большое число различных газов, таких элементов немного, один из таких – N (азот). Также дополнительная подсказка связана с веществом А, которое играет большую роль в аналитической химии: оно содержит азот в своем составе, взаимодействует с хлором с образованием соли, которая не растворяется в воде, скорее всего речь идет о А –  $\text{AgNO}_3$ . Соединение Б –  $\text{N}_2\text{O}_5$  – подтверждает то, что оно взаимодействует с водой с образованием единственного продукта В –  $\text{HNO}_3$ , также дана массовая доля азота в этом соединении, проверим:  $w(\text{N}) = 0.259$ , что соответствует условию. В –  $\text{HNO}_3$ . Г –  $\text{NO}_2$ . Д –  $\text{NOCl}$  – оранжево-желтый газ.

Рассчитаем молярную массу Y:  $14n/0.824 = 17n$ , где n – количество азотов, при n = 1 остаток составляет 3, что соответствует Y –  $\text{NH}_3$

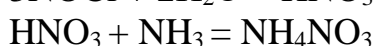
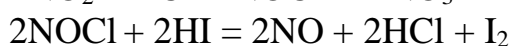
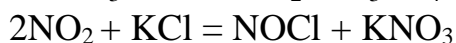
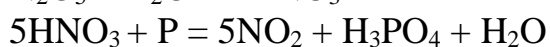
Рассчитаем молярную массу X:  $14n/0.144 = 97n$ , где n – количество азотов, как известно из условия, при n = 1 масса остатка 83, также сказано, что молекула X – сильная кислота, содержащая серу, если вычтем и ее получим остаток 51, что, если немного поподбирать, хорошо соотносится с тремя атомами водорода и кислорода, тогда X –  $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ . Е –  $\text{NO}$  (бесцветный газ). Ж –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  Газ З –  $\text{N}_2\text{O}$ .

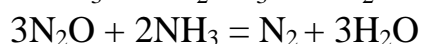
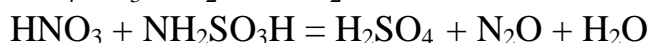
Простое вещество И –  $\text{N}_2$

Э	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
N	$\text{AgNO}_3$	$\text{N}_2\text{O}_5$	$\text{HNO}_3$	$\text{NO}_2$	$\text{NOCl}$	$\text{NO}$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2$
Х	Y								
$\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$	$\text{NH}_3$								

2.

Реакция 1:





### Критерии оценивания

1. За правильно установленный элемент Э – 1.5 балла. За правильно установленные формулы А-И, Х и Y по 0.5 баллов – 7 баллов.

2. За уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 10 баллов.

Итого: 17 баллов

### Задача 5.

1. В условии указано, что при взаимодействии А-Е с  $\text{SiO}_2$  образуется газ Ж, который содержит кремний. Таких газов немного. Предположим, что это  $\text{SiF}_4$ , тогда соединения элемента Х и элемента Y содержат фтор. Проверим свое предположение по массовой доле Х в Б. Выразим молярную массу Б:  $M(\text{Б}) = 19n/(1-0.651) = 54.44n$ . В табл. Приведены значения молярных масс Б и Х (Y) для разных n.

n	M(Б)	M(остатка)
1	54,4	35,4 ~ <b>35.5 Cl</b>
2	108,8	70,8
3	163,2	106,2
4	217,6	141,6
5	272	177
6	326,4	212,4
7	380,8	247,8

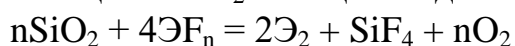
Тоже самое проведем с соединением Е:

$$M(\text{Е}) = 19n/(1-0.457) = 35n$$

n	M(Г)	M(остатка)
1	35	16
2	70	32
3	105	48
4	140	64
5	175	<b>80 Br</b>
6	210	96
7	245	112

Таким образом Х – Cl, Y – Br, В=ClF, Е = BrF<sub>5</sub>

Реакция с  $\text{SiO}_2$  в общем виде выглядит следующим образом:



Разложение пероксида бария:



Соединение	Количество исходного соединения	n(O <sub>2</sub> ), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
------------	---------------------------------	--------------------------	---------------------------



<b>А</b>	0.04 моль	0,05	0,8
<b>Б</b>	0.1 моль	0,075	1,33
<b>СlF</b>	0.32 моль	0,08	4
<b>Г</b>	17.4 г	0,044	
<b>Д</b>	17.6 г	0,096	
<b>BrF<sub>5</sub></b>	6.7 г	0,048	

Для А:  $m=5$ , т.е. А – ClF<sub>5</sub>

Для Б:  $4/m=1,33$ ;  $m=3$ ; Б – ClF<sub>3</sub>

Г и Д могут иметь состав BrF и BrF<sub>3</sub>

m	M (Г), г/моль	n(Г), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
<b>1</b>	<b>99</b>	<b>0.175</b>	<b>4</b>
5	175	0.100	2,3

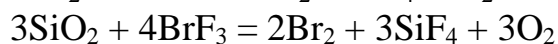
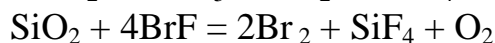
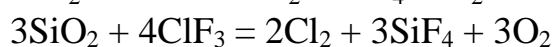
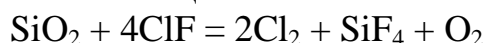
Соответствует стехиометрии реакции **BrF**, это Г, тогда Д = **BrF<sub>5</sub>**. Проверим

m	M(Д), г/моль	n(Д), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
2	118	0,149	1,55
4	156	0.113	1,18
<b>3</b>	<b>137</b>	<b>0.128</b>	<b>1,33</b>

Состав BrF<sub>3</sub> соответствует стехиометрии реакции

2. А – ClF<sub>5</sub>, Б – ClF<sub>3</sub>, В – ClF, Г – BrF, Д – BrF<sub>3</sub>, Е – BrF<sub>5</sub>, S – SiF<sub>4</sub>

3. Реакции:



### Критерии оценивания

1) За правильно установленные элементы X и Y по 1,5 балла - 3 балла.

2) За правильно установленные соединения А-Ж по 2 балла (если не приведены расчеты – по 1 баллу) – 14 баллов,

3) За уравнения реакций А-Е по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то 1 балл) – 6 баллов.

Итого: 23 балла

## ХИМИЯ 11 КЛАСС Вариант IV

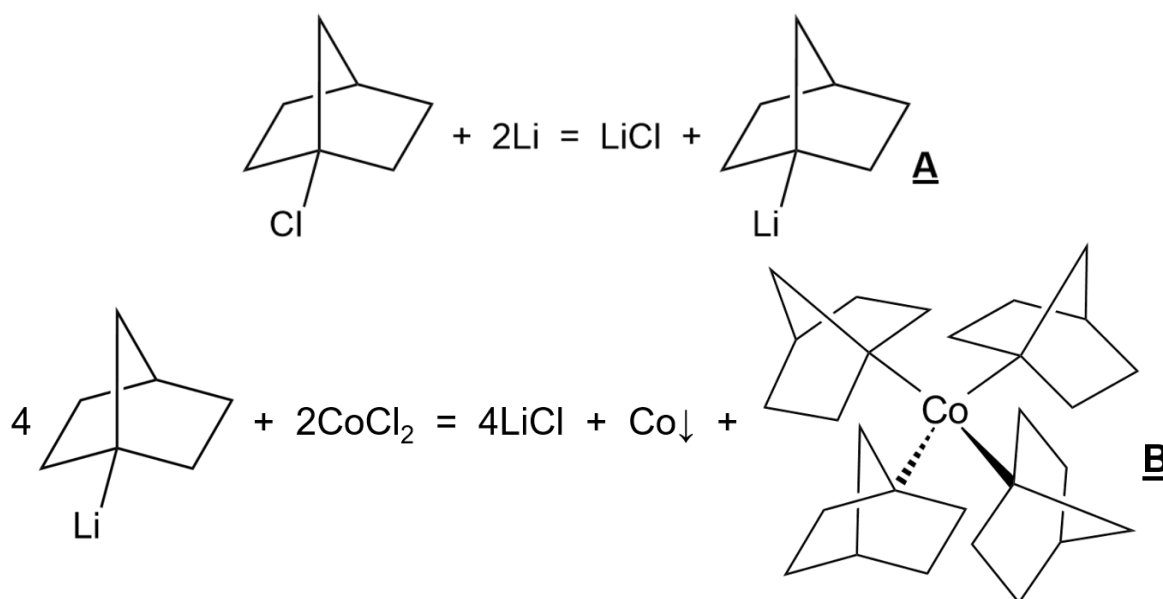
### Задача 1.

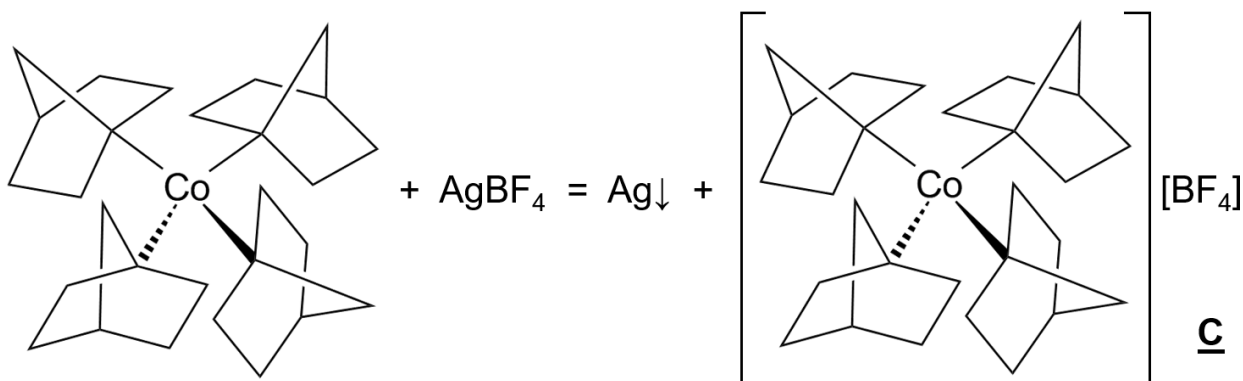
1. К примерам соединений, в которых по меньшей мере один элемент проявляет степень окисления +8, можно отнести: OsO<sub>4</sub>, RuO<sub>4</sub>, XeO<sub>4</sub>, XeO<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, перксенаты, ксеноновую кислоту и т.п. Также сообщалось о синтезе тетраоксидов FeO<sub>4</sub> и RuO<sub>4</sub>, однако их существование и возможная степень окисления металлов в этих соединениях на данный момент являются предметом споров.

2.

Уравнение реакции	Окислитель	Восстановитель
$2\text{AgF}_2 + \text{KrF}_2 + 2\text{KF} = 2\text{K}[\text{AgF}_4] + \text{Kr}\uparrow$	Kr; от +2 до 0	Ag <sup>2+</sup> ; от +2 до +3
$2\text{Cs}[\text{CuCl}_3] + 5\text{F}_2 + 2\text{CsF} = 2\text{Cs}_2[\text{CuF}_6] + 3\text{Cl}_2\uparrow$	F <sub>2</sub> ; от 0 до -1	Cu <sup>2+</sup> ; от +2 до +4 и Cl <sup>-</sup> ; от -1 до 0
$\text{NiCl}_2 + 2\text{F}_2 + 2\text{CsF} = \text{Cs}_2[\text{NiF}_6] + \text{Cl}_2\uparrow$	F <sub>2</sub> ; от 0 до -1	Ni <sup>2+</sup> ; от +2 до +4 и Cl <sup>-</sup> ; от -1 до 0
$\text{Rb}_2[\text{CoCl}_4] + 3\text{F}_2 = \text{Rb}_2[\text{CoF}_6] + 2\text{Cl}_2\uparrow$	F <sub>2</sub> ; от 0 до -1	[CoCl <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> (Co <sup>2+</sup> ; от +2 до +4 и Cl <sup>-</sup> ; от -1 до 0)

3. При взаимодействии 1-хлорнорборнана с металлическим литием происходит реакция переметаллирования, в результате чего образуется 1-норборниллитий A. Взаимодействие A с дихлоридом кобальта приводит к диспропорционированию Co<sup>2+</sup> на Co<sup>4+</sup> и металлический кобальт, при этом образуется тетраакс(1-норборнил)кобальт(IV) B. Окисление этого соединения тетрафтороборатом серебра сопровождается выделением металлического Ag и образованием соли C, в которой кобальт формально проявляет степень окисления +5.



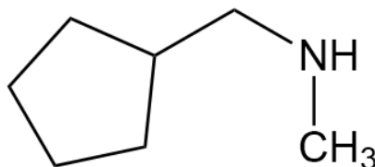


### Критерии оценивания

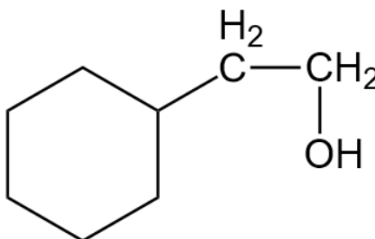
1. За правильно приведённые примеры соединений, в которых по меньшей мере один химический элемент проявляет степень окисления +8 по 1 баллу – всего 2 балла.
  2. За правильно заполненные пропуски в уравнениях реакций по 1 баллу (без коэффициентов по 0.5 балла) – всего 4 балла.
  3. За правильно указанные окислители и восстановители по 0,5 балла, за правильно указанные изменения ст.ок. по 0,5 балла – всего 4 балла.
  4. За установление структурных формул соединений А, В, С по 3 балла – всего 9 баллов.
  5. За уравнения реакций в пункте 3 задачи по 1 баллу – всего 3 балла.
- Итого: 22 балла

### Задача 2.

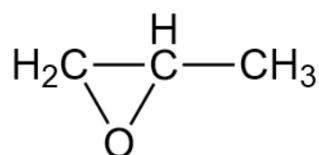
1. Восстановление амидов карбоновых кислот алюмогидридом лития приводит к образованию аминов.



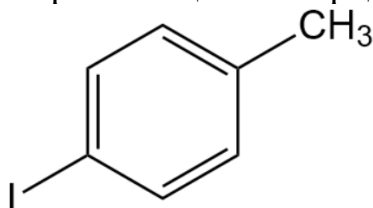
2. Гидроборирование алкенов комплексом  $\text{BH}_3$  и тетрагидрофурана с последующим окислением образующегося триалкилборана пероксидом водорода в щелочной среде приводит к образованию спирта, при этом  $\text{OH}$ -группа связывается с наименее замещённым атомом углерода. Суммарно весь процесс можно представить как присоединение воды к алкену против правила Марковникова.



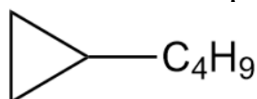
3. Взаимодействие алкенов с *мета*-хлорпероксибензойной кислотой (реакция Прилежаева) приводит к образованию соответствующих эпоксидов.



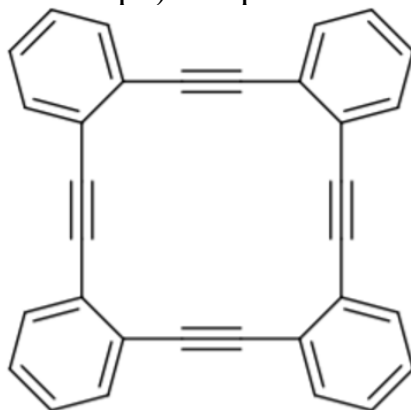
4. Иодирование ароматических соединений в присутствии окислителей ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HIO}_4$  и т.п.) протекает по механизму электрофильного ароматического замещения, при этом  $\text{CH}_3$ -группа, как и в других подобных реакциях, ориентирует замещение в *орто*- и *пара*-положение. Окислитель в данной системе способствует генерации активной электрофильной частицы, а также смещению равновесия в сторону образования продуктов реакции, т.к. окисляет побочный продукт –  $\text{HI}$ . Преимущественно образуется пара-замещённый продукт.



5. Фотолитическое разложение диазومتана сопровождается отщеплением молекулярного азота и образованием карбена  $:\text{CH}_2$ , который способен присоединяться к двойным связям алкенов с образованием циклопропанов.



6. Ацетилениды меди в пиридине вступают с арилгалогенидами в реакцию кросс-сочетания (реакцию Стефенса-Кастро) с образованием новых C-C связей.



### Критерии оценивания

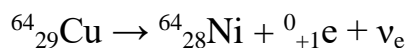
1. За структурные формулы продуктов реакций 1-3 по 2 балла – всего 6 баллов.

2. За структурные формулы продуктов реакций 4-6 по 4 балла – всего 12 баллов.

Итого: 18 баллов

### Задача 3.

1. Схема позитронного распада меди-64:



2. На основании приведенной реакции и структуры  $^{64}\text{Cu}$ -АТSM можно сделать вывод о том, что  $^{64}\text{CuCl}_2$  и  $\text{H}_2$ -АТSM реагируют в эквимольном соотношении.  $\text{H}_2$ -АТSM находится в избытке. Все вычисления проводим по  $^{64}\text{CuCl}_2$ . Из закона радиоактивного распада несложно найти связь между постоянной распада и периодом полураспада (вывод формулы нахождения  $\lambda$  не оценивается):

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$$

$$\lambda = \ln 2 / (12,7 * 60 * 60) = 1,52 * 10^{-5} \text{ c}^{-1}$$

По уравнению закона радиоактивного распада:

$$t = \ln(N_t / N_0) / (-\lambda)$$

Зная, что активность продукта реакции равна 560 МБк, найдем  $N_t(^{64}\text{Cu})$  (к моменту окончания фторирования):

$$N_t = A_t / \lambda$$

$$N_t = 560 * 10^6 / (1,52 * 10^{-5}) = 3,69 * 10^{13}$$

Дальнейшие вычисления можно вести по-разному (с использованием молей, числа атомов и т.д.).

Найдем  $N_0(^{64}\text{Cu})$ :

$$N = n N_A$$

$$N_0(^{64}\text{Cu}) = 0,0652 * 10^{-9} * 6,02 * 10^{23} = 3,93 * 10^{13}$$

Найдем время реакции  $t$ :

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t)$$

$$\ln(N_t / N_0) / (-\lambda) = t$$

$$t = \ln(3,69 * 10^{13} / (3,93 * 10^{13})) / (-1,52 * 10^{-5}) = 4005,8 \text{ c} = 1,11 \text{ ч}$$

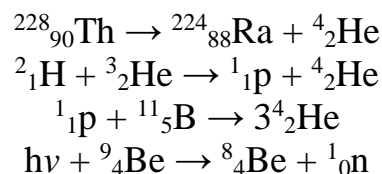
Исходная активность  $^{64}\text{Cu}$ :

$$A_0 = 1,52 * 10^{-5} * 3,93 * 10^{13} = 5,95 * 10^8 \text{ Бк}$$

Количество вещества распавшегося  $^{64}\text{Cu}$ :

$$n_{\text{расп}}(^{64}\text{Cu}) = (N_0 - N_t) / N_A = 3,84 * 10^{-12} \text{ моль}$$

3. Схемы ядерных реакций:



## Критерии оценивания

1. За схему позитронного распада меди-64 – 1 балл.
  2. За определение времени синтеза (в час.), исходной активности  $^{64}\text{Cu}$ , количества вещества распавшегося  $^{64}\text{Cu}$  по 5 баллов – всего 15 баллов.
  3. За уравнения ядерных реакций по 1 баллу – всего 4 балла.
- Итого: 20 баллов

### Задача 4.

Элемент Э очень распространен на нашей планете, образует большое число различных газов, таких элементов немного, один из таких – N (азот).

Соединение А – термически нестабильно, известна массовая доля - 36.8%, найдем молярную массу:  $14n/0.368 = 38n$ , где n – количество азотов, при n = 2 молярная масса 76, вычтем массу двух азотов, остаток 48, что скорее всего соответствует трем кислородам, тогда А –  $\text{N}_2\text{O}_3$ , навести на мысль, что это какой-то кислотный оксид также может то, что получающееся соединение Б потом реагирует с щелочью. Б -  $\text{HNO}_2$ . В – NO (бесцветный газ) Г -  $\text{NaNO}_2$ . Рассчитаем молярную массу Y:  $14n/0.824 = 17n$ , где n – количество азотов, при n = 1 остаток составляет 3, что соответствует Y –  $\text{NH}_3$

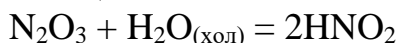
Рассчитаем молярную массу X:  $14n/0.201 = 69.5n$ , где n – количество азотов, как известно из условия, при n = 1 масса остатка 55.5, такая масса сразу наводит на мысль о содержании хлора в соединении (также в условии сказано, что это соль сильной кислоты), вероятно, молекула содержит HCl, тогда масса остатка 19, вряд ли это фтор, гораздо логичнее предположить, что это три атома водорода и кислород, тогда изначально у нас был гидрохлорид гидроксиламмония, то есть X –  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$

Газ Д -  $\text{N}_2\text{O}$  Е -  $\text{HNO}_3$ , поскольку она может быть получена из азотистой кислоты Б при взаимодействии с пероксидом водорода. Ж -  $\text{N}_2\text{O}_5$  Газ Д -  $\text{N}_2\text{O}$ . Простое вещество И –  $\text{N}_2$

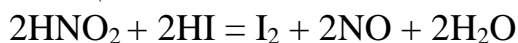
Э	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
N	$\text{N}_2\text{O}_3$	$\text{HNO}_2$	NO	$\text{NaNO}_2$	$\text{NaNO}_3$	$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$	$\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2$
Х	Y								
$\text{NH}_2\text{OH}$	$\text{NH}_3$								

2.

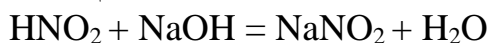
Реакция 1:



Реакция 2:



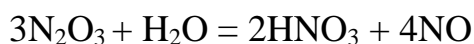
Реакция 3:



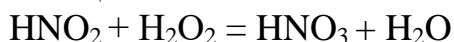
Реакция 4:



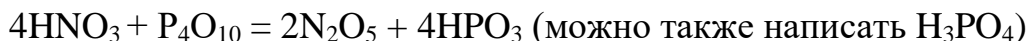
Реакция 5:



Реакция 6:



Реакция 7:



Реакция 8:

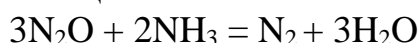


3 -  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

Реакция 9:



Реакция 10:



### Критерии оценивания

1. За правильно установленный элемент Э – 1.5 балла. За правильно установленные формулы А-И, Х и Y по 0.5 баллов – 7 баллов.

2. За уравнение реакции по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то по 0.5 баллов) – 10 баллов.

Итого: 17 баллов

### Задача 5.

1. В условии указано, что при взаимодействии А-Е с  $\text{SiO}_2$  образуется газ Ж, который содержит кремний. Таких газов немного. Предположим, что это  $\text{SiF}_4$ , тогда соединения элемента Х и элемента Y содержат фтор. Проверим свое предположение по массовой доле Х в Б. Выразим молярную массу Б:  $M(\text{Б}) = 19n/(1-0.584) = 45.67n$ . В табл. Приведены значения молярных масс Б и Х (Y) для разных n.

n	M(Б)	M(остатка)
1	45,67	26,67
2	91,34	53,34
3	137,01	<b>80,01 Br</b>
4	182,68	106,68
5	228,35	133,35
6	274,02	160,02
7	319,69	186,69

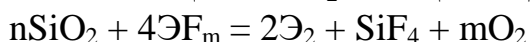
Тоже самое проведем с соединением Д:

$$M(\text{Д}) = 19n/(1-0.384) = 30.84n$$

n	M(Б)	M(остатка)
1	30.84	11.84
2	61.68	23.68
3	92.52	<b>35.52 Cl</b>
4	123.36	47.36
5	154.2	59.20
6	185.04	71.04
7	215.88	82.88

Таким образом X – Br, Y – Cl. Б - BrF<sub>3</sub>, Д = ClF<sub>3</sub>

2. Реакция с SiO<sub>2</sub> в общем виде выглядит следующим образом:



Разложение пероксида бария:



Соединение	Количество исходного соединения	n(O <sub>2</sub> ), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
<b>А</b>	19.0 г	0,136	
<b>BrF<sub>3</sub></b>	26.0 г	0,143	
<b>В</b>	19.1 г	0,048	
<b>Г</b>	0.5 моль	0,125	4
<b>ClF<sub>3</sub></b>	0.133 моль	0,1	1,33
<b>Е</b>	0.056 моль	0,07	0,8

Для Г: m=1, т.е. Г – ClF

Для Е: 4/m=0,8; m=5; Е – ClF<sub>5</sub>

А и В могут иметь состав BrF и BrF<sub>5</sub>

m	М (А), г/моль	n(А), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
1	99	0.19	1,4
<b>5</b>	<b>175</b>	<b>0.066</b>	<b>0,8</b>

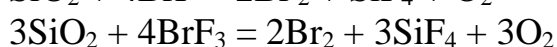
Соответствует стехиометрии реакции **BrF<sub>5</sub>**, это **А**, тогда В= **BrF**. Проверим

	М(В), г/моль	n(В), моль	n(ЭFn)/n(O <sub>2</sub> )
2	118	0.162	3,37
<b>1</b>	<b>99</b>	<b>0.192</b>	<b>4</b>

Состав BrF соответствует стехиометрии реакции

**А – BrF<sub>5</sub>, Б – BrF<sub>3</sub>, В – BrF, Г – ClF, Д – ClF<sub>3</sub>, Е – ClF<sub>5</sub>, Ж – SiF<sub>4</sub>**

3. Реакции:



### Критерии оценивания

- 1) За правильно установленные элементы X и Y по 1,5 балла - 3 балла.
- 2) За правильно установленные соединения А-Ж по 2 балла (если не приведены расчеты – по 1 баллу) – 14 баллов,
- 3) За уравнения реакций А-Е по 1 баллу (если написано с ошибками, но в целом верно, то 1 балл) – 6 баллов.

Итого: 23 балла