

Химия. 8 класс
Решения заданий

Вариант 1

Задание 1

- 1) Определим молярную массу газа X : $\rho = M/V_m$, $M = 0,73 \text{ кг/м}^3 \cdot 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 1000 \text{ л} = 17 \text{ г/моль}$. Судя по описанию, X – NH₃. Аммиак - тривиальное название; Номенклатурное – нитрид водорода.
- 2) Соль Y - NH₄Cl. Запишем уравнение проведенной реакции 1:
$$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \text{ (реакция 1)}$$
$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = m(\text{NH}_4\text{Cl})/M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 10,7/53,5 = 0,2 \text{ моль}$$
$$n(\text{Ca(OH)}_2) = m(\text{Ca(OH)}_2)/M(\text{Ca(OH)}_2) = 6/74,1 = 0,08 \text{ моль}$$
$$\text{Ca(OH)}_2 \text{ в недостатке, тогда } n(\text{NH}_3) = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ моль}$$
$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,16 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 2,72 \text{ г}$$
$$V(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot V_m = 0,16 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 3,58 \text{ л}$$
- 3) Распознавание аммиака:
 - по посинению влажной лакмусовой бумажки или появлению розовой окраски у бумажки, смоченной фенолфталеином;
 - по появлению белого дыма от поднесённой стеклянной палочки, смоченной концентрированной соляной кислотой.
- 4) $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$ (реакция 2)
 $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (реакция 3)

Задание 2

- 1) 1 протон имеют массу равную 1 а.е.м.
Атомная единица массы (а.е.м.) – это двенадцатая часть массы одного атома изотопа углерода-12:
 $1 \text{ а.е.м} = 1/12 m(^{12}_6\text{C}) = 1/N_A = 1/6,02 \cdot 10^{23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
Масса электрона в граммах составляет = $1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} / 1840 \approx 9 \cdot 10^{-28} \text{ г}$
Заряд электрона $e = F/N_A = 96500 \text{ Кл/моль} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(знак «минус» указывает на отрицательный заряд электрона)
- 2) В атоме гелия два электрона. Рассчитаем массу гелия, в которой содержится 1 грамм электронов:
 $4 \text{ г/моль} / (2 \cdot 9 \cdot 10^{-28} \text{ г} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}) = 3691 \text{ г}$
 $n(\text{He}) = m/M = 3691/4 = 923 \text{ моль}$
Рассчитаем объем гелия: $pV = nRT \Rightarrow V = nRT/p = (923 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298\text{К}) / 101325 \text{ Па} = 22,6 \text{ м}^3$
- 3) Рассчитаем число электронов: $N(e) = m \text{ всех } (e) / m \text{ одного } (e) = 26 \cdot 10^{-3} \text{ г} / 9 \cdot 10^{-28} \text{ г} = 2,9 \cdot 10^{25}$
 $n(e) = N(e)/N_A = 2,9 \cdot 10^{25} / 6,02 \cdot 10^{23} = 48 \text{ моль}$

На 1 моль элемента, а также простого вещества приходится 16 моль электронов.

Число электронов совпадает с порядковым номером элемента, то этот элемент – S, сера

Если предположить, что простое вещество двухатомное, то на 1 моль атомов приходится 8 моль электронов, то есть простое вещество – O₂, кислород

Задание 3

- 1) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}\uparrow$ (При температуре выше 550 °С и избытке поваренной соли возможно взаимодействие: $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}\uparrow$)

Газ А – HCl, хлороводород. Соляную кислоту получают растворением газообразного хлороводорода в воде.

- 2) $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$

$$m(\text{p-ра HCl}) = V(\text{p-ра}) \cdot \rho = 200 \text{ мл} \cdot 1,07 \text{ г/см}^3 = 214 \text{ г}$$

$$m(\text{в-ва HCl}) = m(\text{p-ра HCl}) \cdot \omega(\text{HCl}) = 214 \text{ г} \cdot 0,15 = 32,1 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = m/M = 32,1/36,5 = 0,88 \text{ моль (избыток)}$$

$$n(\text{Fe}) = 2,8/56 = 0,05 \text{ моль (недостаток)}$$

$$n(\text{Fe}) = n(\text{FeCl}_2) = n(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCl}_2) = n(\text{FeCl}_2) \cdot M(\text{FeCl}_2) = 127 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 6,35 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ г}$$

$$m(\text{p-ра}) = m(\text{Fe}) + m(\text{p-ра HCl}) - m(\text{H}_2) = 2,8 + 214 - 0,1 = 216,7 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeCl}_2) = m(\text{FeCl}_2)/m(\text{p-ра}) = 6,35/216,7 = 2,93 \%$$

- 3) $\text{Me} + x\text{HCl} = \text{MeCl}_x + x/2\text{H}_2$

$$n(\text{H}_2) = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{MCl}_x) = 2/x \cdot n(\text{H}_2) = 0,2/x \text{ моль}$$

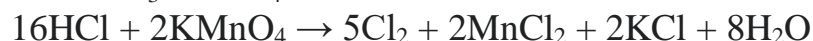
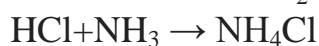
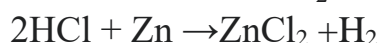
$$M(\text{MCl}_x) = m/n(\text{MCl}_x) = 8,9/0,2/x = 44,5x \text{ г/моль}$$

$$\text{Атомная масса металла: } A(\text{M}) = 44,5x - 35,5x = 9x \text{ г/моль}$$

$$x=3, A(\text{M}) = 27 \text{ г/моль} - \text{алюминий.}$$

Металл Y – Al.

- 4) $2\text{HCl} + \text{SrO} \rightarrow \text{SrCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$



Задание 4

- 1) Реакция 6: $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3$

A – Ag₂SO₄

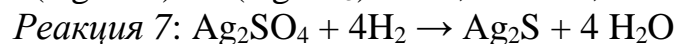
$$m(\text{в-ва AgNO}_3) = 100 \cdot 0,015 = 1,5 \text{ г}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = m(\text{AgNO}_3)/M(\text{AgNO}_3) = 1,5/170 = 0,01 \text{ моль (недостаток)}$$

$$m(\text{в-ва Na}_2\text{SO}_4) = 50 \cdot 0,1 = 5 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m(\text{в-ва Na}_2\text{SO}_4)/M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 5/142 = 0,04 \text{ моль (избыток)}$$

$$n(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = n(\text{AgNO}_3)/2 = 0,01/2 = 0,005 \text{ моль}$$



B – Ag₂S

$$n(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = n(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,005 \text{ моль}$$

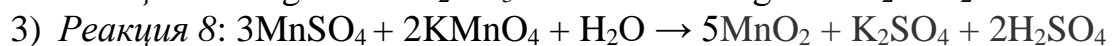
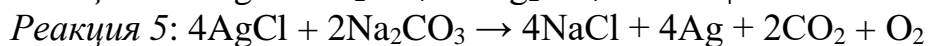
$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = n(\text{Ag}_2\text{S}) \cdot M(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,005 \cdot 248 = 1,24 \text{ г}$$



X – MnO₂



Y – AgCl



MnSO₄ является восстановителем, KMnO₄ является окислителем

Задание 5

1. рутений
2. кюрий
3. бюкс
4. железо
5. пипетка
6. плутоний
7. уран
8. азот
9. кислота
10. свинец
11. медь
12. колба
13. европий
14. водород
15. алюминий

Химия. 8 класс
Критерии оценивания

Вариант 1

Задание 1.

За верное определение газа X, подтвержденное расчетом – 2 балла

За верное указание тривиального названия X – 1 балл

За верное указание систематического названия X – 2 балла

За верное написание уравнения реакции получения газа X (реакция 1) – 2 балла

За верное определение массы выделившегося газа X – 1 балл

За верное определения объёма выделившегося газа – 1 балл

За верное указание двух способов распознавания газа X – по 1 баллу – 2 балла

За верное написание уравнения газа X с азотной кислотой (реакция 2) – 2 балла

За верное написание уравнения реакции газа X с оксидом меди (реакция 3) – 3 балла.

Итого: 16 баллов

Задание 2.

За верный расчет массы электрона – 3 балла

За верный расчет заряда электрона в Кл – 3 балла

За верный расчет массы гелия, в котором содержится 1 г электронов – 2 балла

За верный расчет объема гелия, в котором содержится 1 г электронов – 5 балла

За верное определение элемента, в 3 моль которого содержится 26 мг электронов – 3 балла

За верное определение простого вещества, в 3 моль которого содержится 26 мг электронов – 2 балла

Итого: 18 баллов

Задание 3.

За верное написание уравнения реакции получения газа A – 2 балла

За верный расчет массовой доли соли в полученном растворе – 4 балла

За верно установленный металл Y – 4 балла

За верно написанное уравнения реакции X с оксидом стронция – 2 балла

За верно написанное уравнения реакции X с цинком – 1 балл

За верно написанное уравнения реакции X с аммиаком – 3 балла

За верно написанное уравнения реакции X с перманганатом калия – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задание 4.

За верно указанные вещества X, Y, A и B – по 1 баллу – 4 балла

За верно написанные уравнения реакций 1,2,5 – по 4 балла – 12 баллов

За верно написанные уравнения реакций 3,4,6,7 – по 2 балла – 8 баллов

За верный расчет массы образовавшегося осадка B – 2 балла

За верное написание уравнения реакции 8 – 4 балла

За верное определение окислителя и восстановителя в реакции 8 – по 0,5 балла – 1 балл

Итого: 31 балл

Задание 5.

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 15 баллов

Итого: 15 баллов

Химия. 8 класс
Решения заданий

Вариант 2

Задание 1

- 1) Определим молярную массу газа X : $\rho = M/V_m$, $M = 1,96 \text{ кг/м}^3 \cdot 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 1000 \text{ л} = 44 \text{ г/моль}$. Судя по описанию, X – CO₂. Углекислый газ - тривиальное название; Номенклатурное – оксид углерода (IV).
- 2) Соль Y – CaCO₃. Запишем уравнение проведенной реакции 1:
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \text{ (реакция 1)}$$
$$n(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaCO}_3)/M(\text{CaCO}_3) = 20/100 = 0,2 \text{ моль}$$
$$m(\text{в-ва HCl}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{HCl}) = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ г}$$
$$n(\text{HCl}) = m(\text{HCl})/M(\text{HCl}) = 20/36,5 = 0,54 \text{ моль}$$
$$\text{CaCO}_3 \text{ в недостатке, тогда } n(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль}$$
$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 17,6 \text{ г}$$
$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,4 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 8,96 \text{ л}$$

Распознавание углекислого газа:
- Углекислый газ обнаруживают по помутнению известковой воды (Ca(OH)₂): по осадку карбоната кальция CaCO₃;
- Углекислый газ не поддерживает горение

3) $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$ (реакция 2)

4) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CuCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (реакция 3)

Задание 2

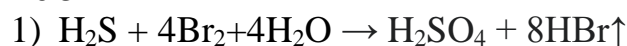
- 1) 1 нейтрон имеют массу равную 1 а.е.м.
Атомная единица массы (а.е.м.) – это двенадцатая часть массы одного атома изотопа углерода-12:
 $1 \text{ а.е.м} = 1/12 m(^{12}_6\text{C}) = 1/N_A = 1/6,02 \cdot 10^{23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
Масса электрона в граммах составляет $= 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} / 1840 \approx 9 \cdot 10^{-28} \text{ г}$
Рассчитаем постоянную Фарадея: $e = F/N_A \Rightarrow F = e \cdot N_A = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \approx 96500 \text{ Кл/моль}$
- 2) В атоме неона десять электронов. Рассчитаем массу неона, в которой содержится 1 грамм электронов:
 $20 \text{ г/моль} / (10 \cdot 9 \cdot 10^{-28} \text{ г} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}) = 3691 \text{ г}$
 $n(\text{Ne}) = m/M = 3691/20 = 185 \text{ моль}$
Рассчитаем объем гелия: $pV = nRT \Rightarrow V = nRT/p = (185 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 300\text{К}) / 101325 \text{ Па} = 4,6 \text{ м}^3$
- 3) Рассчитаем число электронов: $N(e) = m \text{ всех } (e) / m(e) = 19,5 \cdot 10^{-3} \text{ г} / 9 \cdot 10^{-28} \text{ г} = 2,2 \cdot 10^{25}$
 $n(e) = N(e)/N_A = 2,2 \cdot 10^{25} / 6,02 \cdot 10^{23} = 36 \text{ моль}$

На 1 моль элемента, а также простого вещества приходится 18 моль электронов.

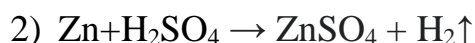
Число электронов совпадает с порядковым номером элемента, то этот элемент – Ar, аргон

Если предположить, что простое вещество двухатомное, то на 1 моль атомов приходится 9 моль электронов, то есть простое вещество – F₂, фтор

Задание 3



Кислота X – H₂SO₄, серная кислота.



$$m(\text{p-ра H}_2\text{SO}_4) = V(\text{p-ра}) \cdot \rho = 150 \text{ мл} \cdot 1,07 \text{ г/см}^3 = 161 \text{ г}$$

$$m(\text{в-ва H}_2\text{SO}_4) = m(\text{p-ра H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 161 \text{ г} \cdot 0,1 = 16,1 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m/M = 16,1/98 = 0,164 \text{ моль (избыток)}$$

$$n(\text{Zn}) = 2/65 = 0,031 \text{ моль (недостаток)}$$

$$n(\text{Zn}) = n(\text{ZnSO}_4) = n(\text{H}_2) = 0,031 \text{ моль}$$

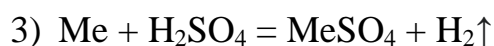
$$m(\text{ZnSO}_4) = n(\text{ZnSO}_4) \cdot M(\text{ZnSO}_4) = 161,5 \text{ г/моль} \cdot 0,031 \text{ моль} = 5 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,031 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,062 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,031 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,69 \text{ л}$$

$$m(\text{p-ра}) = m(\text{Zn}) + m(\text{p-ра H}_2\text{SO}_4) - m(\text{H}_2) = 2 + 161 - 0,062 = 162,94 \text{ г}$$

$$\omega(\text{ZnSO}_4) = m(\text{ZnSO}_4)/m(\text{p-ра}) = 5/162,94 = 3,1 \%$$

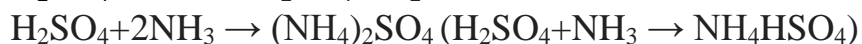
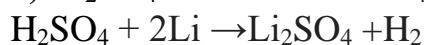
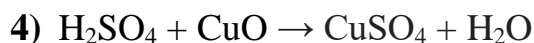


$$n(\text{H}_2) = 5,6 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,25 \text{ моль}$$

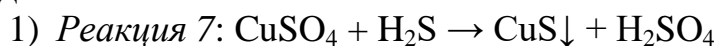
$$n(\text{Me}) = n(\text{MeSO}_4) = 0,25 \text{ моль}$$

$$A(\text{Me}) = m(\text{Me})/n(\text{Me}) = 14 \text{ г} / 0,25 \text{ моль} = 56 \text{ г/моль}$$

Me – Fe, железо



Задание 4



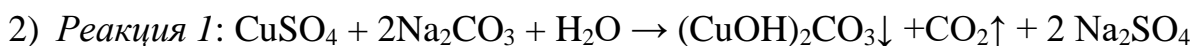
C – CuS

$$n(\text{CuS}) = m/M = 28,8/96 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuS}) = n(\text{CuSO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 24 \text{ г}$$

$$m(\text{p-ра}) = m(\text{в-ва CuSO}_4)/\omega = 24/0,1 = 240 \text{ г}$$



X – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, **Y** – CO_2

Реакция 2: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow$

Реакция 3: $\text{CuO} + \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Реакция 4: $2\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CuCl} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$

Реакция 5: $\text{CuCl} + 3\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{HCl} + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Реакция 6: $2\text{CuCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{Cu}$

B – Cu

3) Реакция 8: $4\text{KI} + 2\text{CuSO}_4 \rightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$

CuSO_4 является окислителем, KI является восстановителем.

Задание 5

1. хлор
2. бром
3. медь
4. вольфрам
5. калий
6. тигель
7. криптон
8. аргон
9. железо
10. неон
11. сера
12. ксенон
13. цинк
14. радий
15. платина

Химия. 8 класс
Критерии оценивания

Вариант 2

Задание 1.

За верное определение газа X, подтвержденное расчетом – 2 балла

За верное указание тривиального названия X – 1 балл

За верное указание систематического названия X – 2 балла

За верное написание уравнения реакции получения газа X (реакция 1) – 2 балла

За верное определение массы выделившегося газа X – 1 балл

За верное определения объёма выделившегося газа – 1 балл

За верное указание двух способов распознавания газа X – по 1 баллу – 2 балла

За верное написание уравнения газа X с оксидом стронция (реакция 2) – 2 балла

За верное написание уравнения реакции газа X с гидрокарбонатом меди(II) (реакция 3) – 3 балла.

Итого: 16 баллов

Задание 2.

За верный расчет массы электрона – 3 балла

За верный расчет заряда протона – 3 балла

За верный расчет массы аргона, в котором содержится 1 г электронов – 2 балла

За верный расчет объема аргона, в котором содержится 1 г электронов – 5 балла

За верный расчет количества электронов в 2,8 л газа – 2 балла

За верное определение простого вещества X и указание его молекулярной массы – 3 балла

Итого: 18 баллов

Задание 3.

За верное написание уравнения реакции кислоты X в лаборатории – 2 балла

За верный расчет массовой доли соли в полученном растворе – 4 балла

За верный расчет объема выделившегося водорода в ходе реакции – 1 балл

За верно установленный металл Y – 3 балла

За верно написанное уравнения реакции X с оксидом меди – 2 балла

За верно написанное уравнения реакции X с литием – 1 балл

За верно написанное уравнения реакции X с аммиаком – 3 балла

За верно написанное уравнения реакции концентрированного раствора X с рубидием – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задание 4.

За верно указанные вещества X, Y, A, B – по 1 баллу – 4 балла

За верно написанные уравнения реакций 1,4,5 – по 4 балла – 12 баллов

За верно написанные уравнения реакций 2,3,6,7 – по 2 балла – 8 баллов

За верный расчет массы медного купороса, вступившего в реакцию 7 – 2 балла

За верное написание уравнения реакции 8 – 4 балла

За верное определение окислителя и восстановителя в реакции 8 – по 0,5 балла – 1 балл

Итого: 31 балл

Задание 5.

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 15 баллов

Итого: 15 баллов

Химия. 8 класс
Решения заданий

Вариант 3

Задание 1

- 1) Определим молярную массу газа X : $\rho = M/V_m$, $M = 1,52 \text{ кг/м}^3 \cdot 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 1000 \text{ л} = 34 \text{ г/моль}$. Судя по описанию, X – H₂S.
Сероводород - тривиальное название; Номенклатурное – сульфид водорода
- 2) Кислота Y – HCl. Запишем уравнение проведенной реакции 1:
$$\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow \text{ (реакция 1)}$$
$$n(\text{FeS}) = m(\text{FeS})/M(\text{FeS}) = 2/88 = 0,02 \text{ моль}$$
$$m(\text{в-ва HCl}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{HCl}) = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ г}$$
$$n(\text{HCl}) = m(\text{HCl})/M(\text{HCl}) = 2/36,5 = 0,054 \text{ моль}$$
$$\text{FeS в недостатке, тогда } n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{FeS}) = 0,02 \text{ моль}$$
$$m(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 34 \text{ г/моль} = 0,68 \text{ г}$$
$$V(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot V_m = 0,02 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,45 \text{ л}$$
Распознавание сероводорода:
- Сероводород обнаруживают по почернению бумажки, смоченной раствором Pb(NO₃)₂;
- По покраснению индикаторной бумаги
- 3) $\text{H}_2\text{S} + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{H}_2\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{KHS} + \text{H}_2\text{O}$) (реакция 2)
 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ (реакция 3)

Задание 2

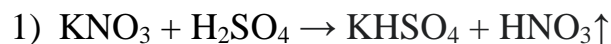
- 1) 1 протон имеют массу равную 1 а.е.м.
Атомная единица массы (а.е.м.) – это двенадцатая часть массы одного атома изотопа углерода-12:
 $1 \text{ а.е.м} = 1/12 m(^{12}_6\text{C}) = 1/N_A = 1/6,02 \cdot 10^{23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
Масса электрона в граммах составляет = $1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} / 1840 \approx 9 \cdot 10^{-28} \text{ г}$
Заряд электрона $e = F/N_A = 96500 \text{ Кл/моль} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(знак «минус» указывает на отрицательный заряд электрона)
Электрический заряд протона равен по абсолютной величине и противоположен по знаку заряду электрона => $p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
- 2) В атоме аргона 18 электронов. Рассчитаем массу аргона, в которой содержится 1 грамм электронов:
 $40 \text{ г/моль} / (18 \cdot 9 \cdot 10^{-28} \text{ г} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}) = 4101 \text{ г}$
 $n(\text{He}) = m/M = 4101/40 = 103 \text{ моль}$
Рассчитаем объем гелия: $pV = nRT \Rightarrow V = nRT/p = (103 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) / 101325 \text{ Па} = 2,5 \text{ м}^3$

$$3) n(X) = V/V_m = 2,8/22,4 = 0,125 \text{ моль}$$

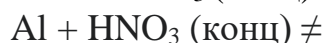
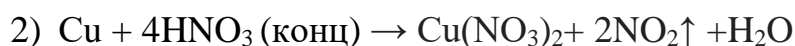
$$n(e) = 7,525 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,25 \text{ моль}$$

Получается, что на 1 моль газа приходит 10 электронов, что соответствует неону, его молярная масса 20 г/моль.

Задание 3



Кислота X – HNO_3 , азотная кислота.



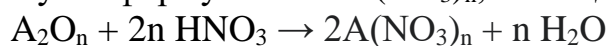
$$n(\text{NO}_2) = V(\text{NO}_2)/V_m = 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{1}{2} n(\text{NO}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

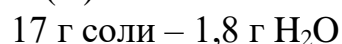
$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 6,4 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}) = m(\text{Cu})/m(\text{Cu}+\text{Al}) = 6,4/10 = 64 \%$$

$$\omega(\text{Al}) = 100 - \omega(\text{Cu}) = 100 - 64 = 36\%$$

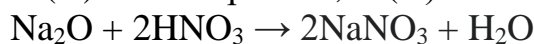


При образовании 1 моль $\text{A}(\text{NO}_3)_n$ ($M(\text{A}) + 62n$ г) образуется $n/2$ моль H_2O ($9n$ г)



$$1,8M(\text{A}) + 111,6 = 153n$$

$M(\text{A}) = 23n$. При $n=1$, $M(\text{A}) = 23$ г/моль. A – натрий, Na

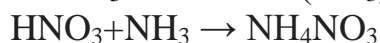
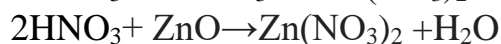
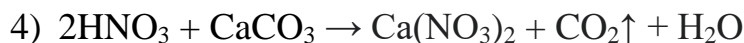


Пусть в реакцию вступает 1 моль Na_2O , то есть 62 г.

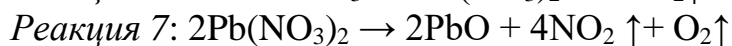
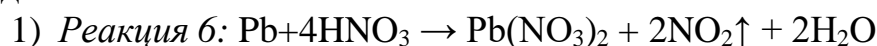
При растворении 62 г Na_2O выделяется 18 г H_2O

При растворении x г Na_2O выделилось 1,8 г H_2O

$$x = 6,2 \text{ г Na}_2\text{O}$$



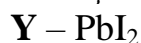
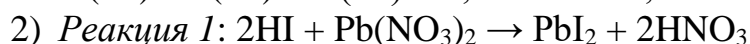
Задание 4

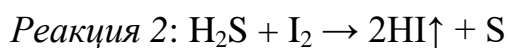


$$n(\text{PbO}) = m(\text{PbO})/M(\text{PbO}) = 22,3/223 = 0,1 \text{ моль}$$

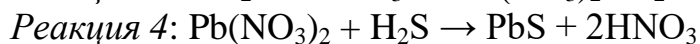
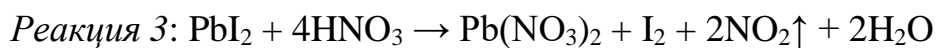
$$n(\text{Pb}) = n(\text{PbO}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Pb}) = n(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb}) = 0,1 \cdot 207 = 20,7 \text{ г}$$

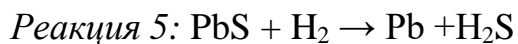




X – HI



A – PbS



B – Pb

- 3) Реакция 8: $3\text{PbS} + 8\text{HNO}_3 (\text{разб.}) = 3\text{PbSO}_4\downarrow + 8\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
PbS является восстановителем, HNO₃ является окислителем.

Задание 5

1. натрий
2. фтор
3. скандий
4. пробирка
5. цирконий
6. ареометр
7. ртуть
8. марганец
9. литий
10. олово
11. кварц
12. эксикатор
13. золото
14. протон
15. магний

Химия. 8 класс
Критерии оценивания

Вариант 3

Задание 1.

За верное определение газа X, подтвержденное расчетом – 2 балла

За верное указание тривиального названия X – 1 балл

За верное указание систематического названия X – 2 балла

За верное написание уравнения реакции получения газа X (реакция 1) – 2 балла

За верное определение массы выделившегося газа X – 1 балл

За верное определения объёма выделившегося газа – 1 балл

За верное указание двух способов распознавания газа X – по 1 баллу – 2 балла

За верное написание уравнения газа X с оксидом стронция (реакция 2) – 2 балла

За верное написание уравнения реакции газа X с гидроксокарбонатом меди(II) (реакция 3) – 3 балла.

Итого: 16 баллов

Задание 2.

За верный расчет массы электрона – 3 балла

За верный расчет заряда протона – 3 балла

За верный расчет массы аргона, в котором содержится 1 г электронов – 2 балла

За верный расчет объема аргона, в котором содержится 1 г электронов – 5 балла

За верный расчет количества электронов в 2,8 л газа – 2 балла

За верное определение простого вещества X и указание его молекулярной массы – 3 балла

Итого: 18 баллов

Задание 3.

За верное написание уравнения реакции получения кислоты X – 2 балла

За верный расчет массовой доли алюминия в смеси – 2 балла

За верно установленный металл A – 3 балла

За верно установленную массу оксида металла A, вступившего в реакцию с кислотой X – 3 балла.

За верно написанное уравнения реакции X с мелом – 2 балла

За верно написанное уравнения реакции X с оксидом цинка – 1 балл

За верно написанное уравнения реакции X с аммиаком – 3 балла

За верно написанное уравнения реакции концентрированного раствора X с цинком – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задание 4

За верно указанные вещества **X, Y, A, B** – по 1 баллу – 4 балла

За верно написанные уравнения реакций 1,2,3 – по 4 балла – 12 баллов

За верно написанные уравнения реакций 4,5,6,7 – по 2 балла – 8 баллов

За верный расчет массы металла **B**, вступившего в реакцию 6 – 2 балла

За верное написание уравнения реакции 8 – 4 балла

За верное определение окислителя и восстановителя в реакции 8 – по 0,5 балла – 1 балл

Итого: 31 балл

Задание 5.

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 15 баллов

Итого: 15 баллов

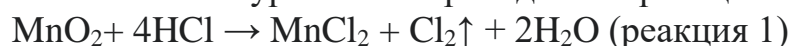
Химия. 8 класс
Решения заданий

Вариант 4

Задание 1

1) Определим молярную массу газа X : $\rho = M/V_m$, $M = 3,17 \text{ кг/м}^3 \cdot 1000 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 1000 \text{ л} = 71 \text{ г/моль}$. Судя по описанию и расчетам, газ X – Cl₂, хлор

2) Кислота Y – HCl. Запишем уравнение проведенной реакции 1:



$$n(\text{MnO}_2) = m(\text{MnO}_2)/M(\text{MnO}_2) = 17,4/87 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{MnO}_2) = n(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} = 14,2 \text{ г}$$

$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot V_m = 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л}$$

3) $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$

$\text{I}_2 - 10e \rightarrow 2\text{I}^{+5}$	10	10	1
$\text{Cl}_2 + 2e \rightarrow 2\text{Cl}^-$	2		5

4) $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe} \rightarrow 2\text{FeCl}_3$ (реакция 2)

$\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ (при нагревании возможна реакция

$3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$) (реакция 3)

$\text{Cl}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{COCl}_2$ (реакция 4)

Задание 2

1) 1 протон имеют массу равную 1 а.е.м.

Атомная единица массы (а.е.м.) – это двенадцатая часть массы одного атома изотопа углерода-12:

$$1 \text{ а.е.м} = 1/12 m(^{12}_6\text{C}) = 1/N_A = 1/6,02 \cdot 10^{23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

Масса электрона в граммах составляет = $1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} / 1840 \approx 9 \cdot 10^{-28} \text{ г}$

Заряд электрона $e = F/N_A = 96500 \text{ Кл/моль} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ (знак «минус» указывает на отрицательный заряд электрона).

Заряд позитрона равен по модулю заряду электрона и противоположен ему по знаку $\Rightarrow e^+ = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

2) В атоме криптона 36 электронов. Рассчитаем массу криптона, в которой содержится 1 грамм электронов:

$$84 \text{ г/моль} / (36 \cdot 9 \cdot 10^{-28} \text{ г} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}) = 4307 \text{ г}$$

$$n(\text{Kr}) = m/M = 4307/84 = 51,3 \text{ моль}$$

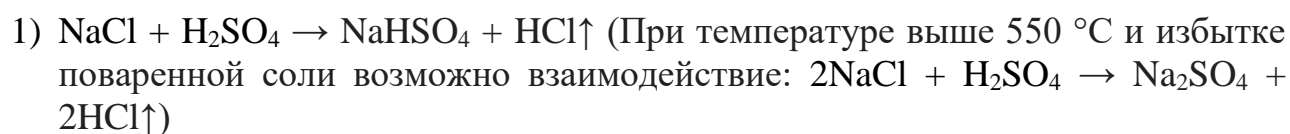
Рассчитаем объем гелия: $pV = nRT \Rightarrow V = nRT/p = (51,3 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 302,15 \text{ К})/101325 \text{ Па} = 1,3 \text{ м}^3$

$$3) n(X) = V/V_m = 1,4/22,4 = 0,0625 \text{ моль}$$

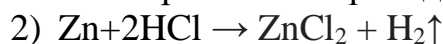
$$n(e) = 6,02 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1 \text{ моль}$$

Получается, что на 1 моль газа приходит 16 электронов, что соответствует кислороду (O_2), его молярная масса 32 г/моль.

Задание 3



Газ А – HCl , хлороводород. Соляную кислоту получают растворением газообразного хлороводорода в воде.



$$m(\text{р-ра } HCl) = V(\text{р-ра}) \cdot \rho = 200 \text{ мл} \cdot 1,09 \text{ г/см}^3 = 218 \text{ г}$$

$$m(\text{в-ва } HCl) = m(\text{р-ра } HCl) \cdot \omega(HCl) = 218 \text{ г} \cdot 0,18 = 39,2 \text{ г}$$

$$n(HCl) = m/M = 39,2/36,5 = 1,07 \text{ моль (избыток)}$$

$$n(Zn) = 2/65 = 0,03 \text{ моль (недостаток)}$$

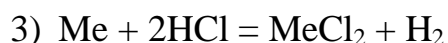
$$n(Zn) = n(ZnCl_2) = n(H_2) = 0,03 \text{ моль}$$

$$m(ZnCl_2) = n(ZnCl_2) \cdot M(ZnCl_2) = 136 \text{ г/моль} \cdot 0,03 \text{ моль} = 4,08 \text{ г}$$

$$m(H_2) = n(H_2) \cdot M(H_2) = 0,03 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,06 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = m(Zn) + m(\text{р-ра } HCl) - m(H_2) = 2 + 218 - 0,06 = 219,94 \text{ г}$$

$$\omega(ZnCl_2) = m(ZnCl_2)/m(\text{р-ра}) = 4,08/219,94 = 1,85 \%$$



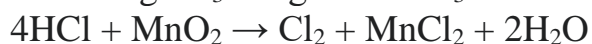
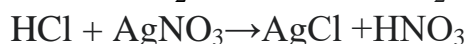
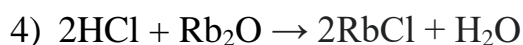
$$n(H_2) = 1,12/22,4 = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(Me) = n(H_2) = 0,05 \text{ моль}$$

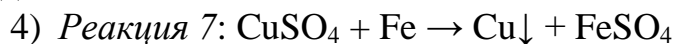
$$M(Me) = m(Me)/n(Me) = 1,2/0,05 = 24 \text{ г/моль}$$

$$A(M) = 24 \text{ г/моль} - \text{магний.}$$

Металл Y – Mg.



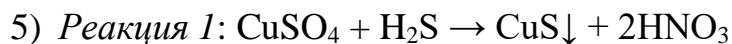
Задание 4



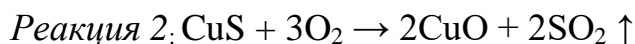
$$n(\text{Fe}) = m/M = 0,6/56 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = n(\text{Fe}) = 0,01 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль} \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,64 \text{ г}$$



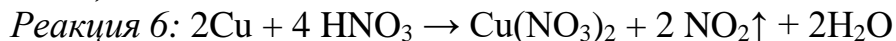
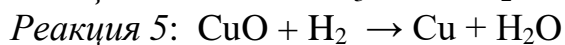
X – CuS



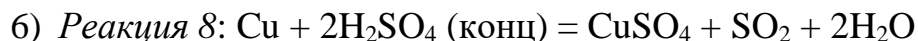
Y – CuO



A – Cu



B – NO₂



H₂SO₄ является окислителем, Cu является восстановителем.

Задание 5

1. углерод
2. воронка
3. азот
4. кислород
5. кремний
6. полоний
7. селен
8. спиртовка
9. бор
10. кобальт
11. водород
12. франций
13. гелий
14. родий
15. торий

Химия. 8 класс
Критерии оценивания

Вариант 4

Задание 1

За верное определение газа X, подтвержденное расчетом – 2 балла

За верное написание уравнения реакции получения газа X (реакция 1) – 2 балла

За верное определение массы выделившегося газа X – 1 балл

За верное определения объёма выделившегося газа – 1 балл

За верное уравнение химической реакции ($I_2 + X + H_2O \rightarrow Y + HIO_3$) методом электронного баланса – 2 балла

За верное написание уравнения газа X с железом (реакция 2) – 2 балла

За верное написание уравнения газа X с гидроксидом натрия (реакция 3) – 3 балла

За верное написание уравнения газа X с угарным газом (реакция 3) – 3 балла

Итого: 16 баллов

Задание 2

За верный расчет массы электрона – 3 балла

За верный расчет заряда позитрона – 3 балла

За верный расчет массы криптона, в котором содержится 1 г электронов – 2 балла

За верный расчет объема криптона, в котором содержится 1 г электронов – 5 балла

За верный расчет количества электронов в 1,4 л газа – 2 балла

За верное определение простого вещества X и указание его молекулярной массы – 3 балла

Итого: 18 баллов

Задание 3

За верное написание уравнения реакции получения газа A – 2 балла

За верный расчет массовой доли соли в полученном растворе – 4 балла

За верно установленный металл Y – 4 балла

За верно написанное уравнения реакции X с оксидом рубидия – 2 балла

За верно написанное уравнения реакции X с ляписом – 4 балла

За верно написанное уравнения реакции X с пиролюзитом – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задание 4

За верно указанные вещества X, Y, A, B – по 1 баллу – 4 балла

За верно написанные уравнения реакций 3,4,6 – по 4 балла – 12 баллов

За верно написанные уравнения реакций 1,2,5,6,7 – по 2 балла – 8 баллов

За верный расчет массы массу образовавшегося осадка по реакции 7 – 2 балла

За верное написание уравнения реакции 8 – 4 балла

За верное определение окислителя и восстановителя в реакции 8 – по 0,5 балла – 1 балл

Итого: 31 балл

Задание 5

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 15 баллов

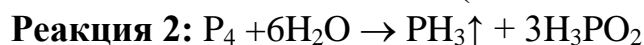
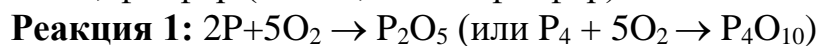
Итого: 15 баллов

Химия. 9 класс
Решения заданий

Вариант 1

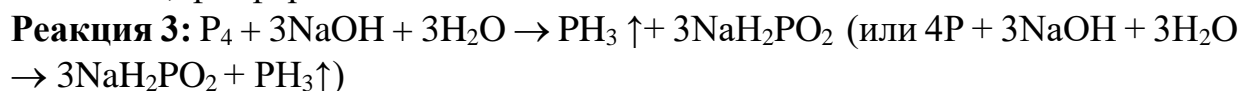
Задание 1

1) **A** – P, фосфор (или P₄, белый фосфор)



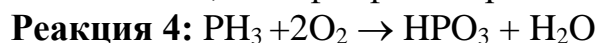
B - PH₃, фосфин

C - H₃PO₂, фосфорноватистая кислота

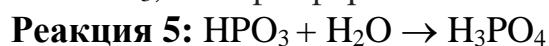


B - PH₃, фосфин, фосфан

D - NaH₂PO₂, гипофосфит натрия



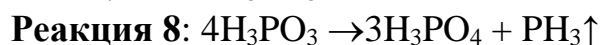
E - HPO₃, метафосфорная кислота



F – H₃PO₄, ортофосфорная кислота



G – H₃PO₃, фосфористая кислота

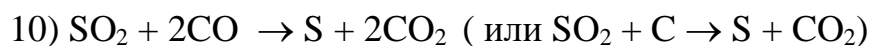
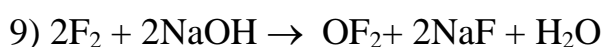
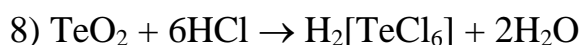
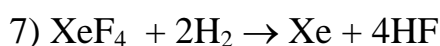
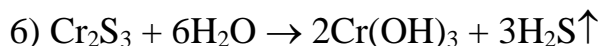
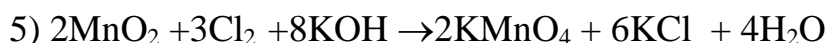
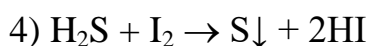
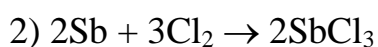
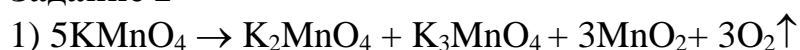


2) **D** – NaH₂PO₂, гипофосфит натрия

$M(NaH_2PO_2) = 88$ г/моль.

$\omega(H_2O) = 18 / (88 + 18x) = 0,1698$, откуда $x = 1 \Rightarrow NaH_2PO_2 \cdot H_2O$

Задание 2



Задание 3

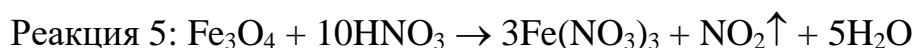
- 1) Минерал А – Fe_2O_3 , гематит. Проверим это, рассчитав массовую долю кислорода в соединении А:

$$\omega(\text{O}) = (3 \cdot 16) / 159,69 = 48 / 160 = 30 \%$$



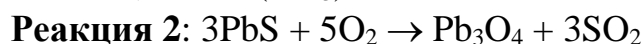
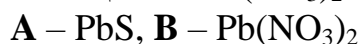
- 2) Реакция 3: $\text{NaFeO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{FeOOH}$ или $\text{NaFeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{Fe}(\text{OH})_3$

- 3) Реакция 4: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$



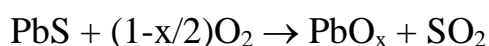
Задание 4

- 1) **Реакция 1:** $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} + 2\text{HNO}_3$



С – Pb_3O_4 , (оксид свинца(II,IV); свинцовоокислый свинец, ортоплюмбат свинца; свинцовый сурик)

Подтвердим состав С расчетом:



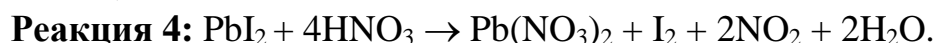
$$n(\text{PbS}) = m(\text{PbS}) / M(\text{PbS}) = 500 \text{ г} / 239,3 \text{ г/моль} = 2,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{PbS}) = n(\text{PbO}_x) = 2,08 \text{ моль}$$

$$M(\text{PbO}_x) = m(\text{PbO}_x) / n(\text{PbO}_x) = 477,5 / 2,1 = 227,3 \text{ г/моль} (236,90 \text{ г/моль})$$

$$x = (227,3 - 207,2) / 16 \approx 1,3, \text{ тогда С} - \text{PbO}_{1,3} \text{ или } \text{Pb}_3\text{O}_4$$

$$(x = (236,90 - 207,2) / 16 \approx 1,86)$$



- 2) PbS применяют в керамической промышленности. Используют для получения защитных плёнок, полупроводниковых, новых современных наноматериалов; является хорошим материалом полупроводниковой техники, фотоприемников и детекторов ИК-диапазона.

* В тексте задачи присутствует опечатка. Вместо **497,5 г С** должно быть **477,5 г С**. За верное решение принимался расчет x (вывод химической формулы вещества С) с использованием массы **497,5 г**.

Задание 5

1. фтор
2. лютеций
3. никель
4. амфотерный
5. катализатор
6. воронка
7. иридий
8. реторта
9. позитрон
- 10.технеций
- 11.бюретка
- 12.оксид
- 13.дистиллятор
- 14.перегонка
- 15.титан
- 16.рутений
- 17.хлор
- 18.рений)
- 19.торр
20. ниобий

Химия. 9 класс
Критерии оценивания

Вариант 1

Задание 1

За верное указание веществ **A,B,C,D,E,F,G** – по 1 баллу – 7 баллов

За верное название веществ **A,B,C,D,E,F,G** по систематической номенклатуре – по 1 баллу – 7 баллов

За верное написание уравнений реакций №1-8 – по 2 балла – 16 баллов

За верное определение состава кристаллогидрата, в который входит соль **D** – 2 балла

Итого: 32 балла

Задание 2

За верное написание уравнений реакций №1-10 – по 2 балла – 20 баллов

*Если реакция не уравнена, но верно указаны продукты – по 1 баллу за уравнение реакции

Итого: 20 баллов

Задание 3

За определение веществ **A,B,C** – по 1 баллу – 3 балла

За верное написание уравнений реакций №1-5 – по 2 балла – 10 баллов

Итого: 13 баллов

Задание 4

За верное указание веществ **A,B,C,D,E** – по 0,6 балла – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1-4 – по 2 балла – 8 баллов

За подтверждение состава **C** – 2 балла

За верное указание названия вещества **C** по тривиальной номенклатуре – 1 балл

За указание сферы применения вещества **A** – 1 балл.

Итого: 15 баллов

Задание 5

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

Итого: 20 баллов

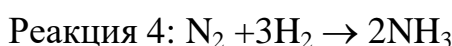
Химия. 9 класс
Решения заданий

Вариант 2

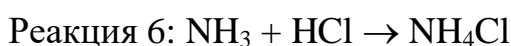
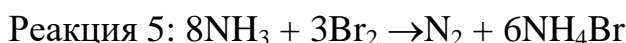
Задание 1



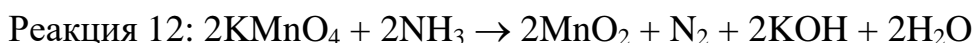
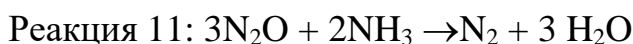
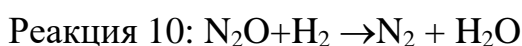
A – N_2



B – NH_3



C - $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$.



2. Состав кристаллогидрата может быть выражен как $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

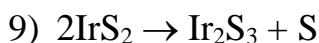
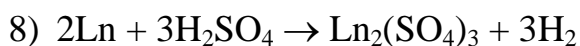
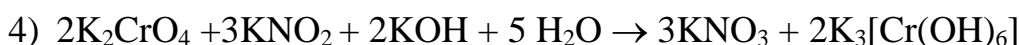
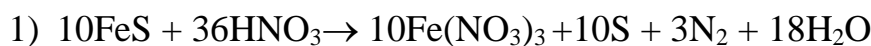
$$\omega(\text{O}) = (9 \cdot \text{Ar}(\text{O}) + x \cdot \text{Ar}(\text{O})) / \text{Mr}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O})$$

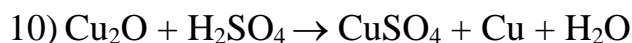
$$0,713 = (144 + 16x) / (242 + 18x)$$

$$16x - 12,834x = 172,546 - 144$$

$$x = 9 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$$

Задание 2

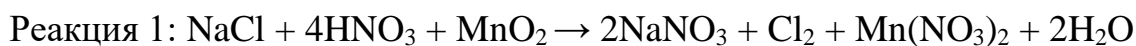




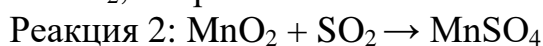
Задание 3

- 1) Минерал А – MnO_2 , пиролюзит. Проверим это, рассчитав массовую долю кислорода в соединении А:

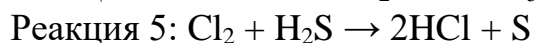
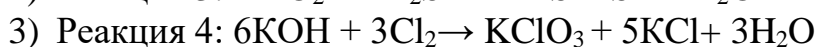
$$\omega(\text{O}) = (2 \cdot 16) / 87 = 48 / 87 = 36,8 \%$$



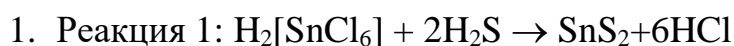
В – Cl_2 , хлор



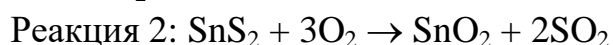
С – MnSO_4 , сульфат марганца



Задание 4



А – SnS_2



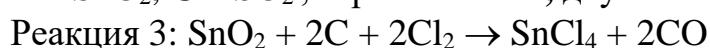
$$n(\text{SnS}_2) = m(\text{SnS}_2) / M(\text{SnS}_2) = 500 \text{ г} / 182,8 \text{ г/моль} = 2,74 \text{ моль}$$

$$n(\text{SnS}_2) = n(\text{SnO}_2) = 2,74 \text{ моль}$$

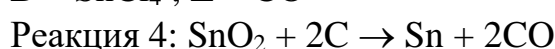
$$M(\text{SnO}_2) = m(\text{SnO}_2) / n(\text{SnO}_2) = 412,9 / 2,74 = 150,7 \text{ г/моль}$$

$$x = (150,7 - 118,7) / 16 = 2 \text{ тогда } \mathbf{B} - \text{SnO}_2$$

В – SnO_2 , **С** – SO_2 , сернистый газ, двуокись серы, сернистый ангидрид



Д – SnCl_4 ; **Е** – CO



2. Плёнки из диоксида олова, нанесённые на стекло или керамику применяются в датчиках горючих газов в воздухе - метана, пропана, оксида углерода и других горючих газов. SnO_2 используется для создания прозрачных токопроводящих плёнок в различных приборах - жидкокристаллических дисплеях, фотогальванических элементах. Также SnO_2 может использоваться в стекольной и керамической промышленности в качестве белого пигмента

Задание 5

1. нептуний
2. галогены
3. нейтрон
4. кислород
5. барий
6. железо
7. гидриды
8. выпаривание
9. калий
10. диффузия
11. литий
12. сублимация
13. индикатор
14. кокс
15. натрий
16. ион
17. валентность
18. молибден
19. электрон
20. изотопы

Химия. 9 класс
Критерии оценивания

Вариант 2

Задание 1

За верное указание веществ **A, B** – по 0,5 балла – 1 балл

За верное указание вещества **C** – 1 балл

За верное написание уравнений реакций №1,2,3,4,6,8,9,10 – по 2 балла – 16 баллов

За верное написание уравнений реакций №5,7,11,12 – по 3 балла – 12 баллов

За верное определение состава кристаллогидрата – 2 балла

Итого: 32 балла

Задание 2

За верное написание уравнений реакций №1-10 – по 2 балла – 20 баллов

*Если реакция не уравнена, но верно указаны продукты – по 1 баллу за уравнение реакции

Итого: 20 баллов

Задание 3

За определение веществ **A, B, C** – по 1 баллу – 3 балла

За верное написание уравнений реакций №1-5 – по 2 балла – 10 баллов

Итого: 13 баллов

Задание 4

За верное указание веществ **A, B, C, D, E** – по 0,6 балла – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1-4 – по 2 балла – 8 баллов

За подтверждение состава **B** – 2 балла

За верное указание названия вещества **C** по тривиальной номенклатуре – 1 балл

За указание сферы применения вещества **B** – 1 балл.

Итого: 15 баллов

Задание 5

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

Итого: 20 баллов

Химия. 9 класс
Решения заданий

Вариант 3

Задание 1

1) А – Cl₂, хлор

Реакция 1: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightarrow 5\text{Cl}_2 + 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ (или $4\text{KMnO}_4 + 38\text{HCl} \rightarrow 2\text{K}_2\text{MnCl}_6 + 2\text{H}_3\text{MnCl}_6 + 7\text{Cl}_2 + 16\text{H}_2\text{O}$)

В – HCl, соляная кислота

Реакция 2: $\text{Cl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl(OCl)} + \text{H}_2\text{O}$ (или $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca(ClO)}_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$)

С – CaCl(OCl), хлорид-гипохлорит кальция (С - Ca(ClO)₂ – гипохлорит кальция)

Реакция 3: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ (при нагревании $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$)

Д – NaCl, хлорид натрия; Е – NaClO, гипохлорит натрия (Е - NaClO₃, хлорат натрия)

Реакция 4: $2\text{Cl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl} + \text{Cl}_2\text{O}$

Г – Cl₂O, оксид хлора (I)

Реакция 5: $3\text{Cl}_2\text{O} + 10\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{H}_2\text{O}$

2) Реакция 6: $\text{CaCl(OCl)} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$n(\text{CaCl(OCl)}) = m/M = 1,5\text{г}/127\text{г/моль} = 0,012\text{ моль}$

$n(\text{CaCl(OCl)}) = n(\text{Cl}_2)$

$V(\text{Cl}_2) = n \cdot V_m = 0,012\text{ моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 0,26\text{ л}$

(Или

$\text{Ca(ClO)}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$

$n(\text{CaCl(OCl)}) = m/M = 1,5\text{г}/142,98\text{г/моль} = 0,01\text{ моль}$

$n(\text{Cl}_2) = 2n(\text{CaCl(OCl)}) = 0,01\text{ моль} \cdot 2 = 0,02\text{ моль}$

$V(\text{Cl}_2) = n \cdot V_m = 0,02\text{ моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 0,448\text{ л}$)

Реакция 7: $2\text{CaCl(OCl)} \rightarrow 2\text{CaCl}_2 + \text{O}_2$

($\text{Ca(ClO)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{O}_2$ или $\text{Ca(ClO)}_2 \rightarrow \text{Ca(ClO}_3)_2 + \text{CaCl}_2$ или $\text{Ca(ClO)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{Cl}_2$)

Задание 2

1) $\text{SO}_2 + 4\text{KI} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{KOH} + \text{S} + 2\text{I}_2$

2) $2\text{NaCrO}_2 + 3\text{Br}_2 + 8\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 4\text{H}_2\text{O}$

3) $2\text{NH}_3 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$

- 4) $5\text{AsH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$
- 5) $2\text{CuCl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CuCl} + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 6) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$
- 7) $\text{MnO}_2 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 8) $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + 3\text{KH}_2\text{PO}_2$
- 9) $2\text{CrBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaBr} + 8\text{H}_2\text{O}$
- 10) $\text{Zn}_3\text{As}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = 3\text{ZnSO}_4 + 2\text{AsH}_3$

Задание 3

- 1) **A** – PbS , галенит . Проверим это, рассчитав массовую долю серы в соединении **A**:

$$\omega(\text{S}) = 32/239,28 = 13,37 \%$$

Реакция 1: $\text{PbS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow \text{PbSO}_4 + 8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

B – NO_2 , оксид азота (IV), **C** – PbSO_4 , сульфат свинца

Реакция 2: $2\text{PbS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{PbO} + 2\text{SO}_2$

D – PbO , оксид свинца (II); **E** – оксид серы (IV)

Реакция 3: $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$

Реакция 4: $6\text{PbO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Pb}_3\text{O}_4$

Реакция 5: $\text{PbO} + \text{CO} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}_2$

Задание 4

1) Реакция 1: $2\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S}$

A – Cu_2S

Реакция 2: $2\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$

$$n(\text{Cu}_2\text{S}) = m(\text{Cu}_2\text{S})/M(\text{Cu}_2\text{S}) = 120 \text{ г}/159,2 \text{ г/моль} = 0,75 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{S}) = n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,75 \text{ моль}$$

$$M(\text{Cu}_2\text{O}) = m(\text{Cu}_2\text{O}) / n(\text{Cu}_2\text{O}) = 107,33 / 0,75 = 143,1 \text{ г/моль}$$

$$x = (143,1 - 63,5 \cdot 2) / 16 = 1, \text{ тогда } \mathbf{B} - \text{Cu}_2\text{O}$$

B – Cu_2O , оксид меди (I), **C** – SO_2 , оксид серы (IV), двуокись серы, сернистый газ, сернистый ангидрид

Реакция 3: $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

D – CuSO_4 , сульфат меди, **E** – Cu , медь

Реакция 4: $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

- 2) Оксид меди(I) применяется как пигмент для окрашивания стекла, керамики, глазурей; как компонент красок, защищающих подводную часть судна от обрастания; в качестве фунгицида. Обладает полупроводниковыми свойствами, используется в меднозакисных вентилях.

Задание 5

1. углерод
2. скандий
3. прометий
4. осаждение
5. сталь
6. стекло
7. свинец
8. теллур
9. радий
10. сорбция
11. олово
12. полоний
13. радон
14. никель
15. ртуть
16. основание
17. равновесие
18. суспензия
19. платина
20. сурьма

Химия. 9 класс
Критерии оценивания

Вариант 3

Задание 1

За верное указание веществ **A, B, C, D, E, F** - по 1,5 баллу – 9 баллов

За верное указание названий веществ **D, E, F** по систематической номенклатуре – по 1 баллу – 3 балла

За верное написание уравнений реакций №1,2,7 – 2 балла – 6 баллов

За верное написание уравнений реакций № 3,4,5,6 – по 3 балла – 12 баллов

За верный расчет объема газа **A**, который можно получить при действии на 1,5 г **C** избытком кислоты **B** – 2 балла

Итого: 32 балла

Задание 2

За верное написание уравнений реакций №1-10 – по 2 балла – 20 баллов

*Если реакция не уравнена, но верно указаны продукты – по 1 баллу за уравнение реакции

Итого: 20 баллов

Задание 3

За определение веществ **A, B, C, D, E** – по 0,6 балла – 3 балла

За верное написание уравнений реакций №1-5 – по 2 балла – 10 баллов

Итого: 13 баллов

Задание 4

За верное указание веществ **A, B, C, D, E** – по 0,6 балла – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1-4 – по 2 балла – 8 баллов

За подтверждение состава **B** – 2 балла

За верное указание названия вещества **C** по тривиальной номенклатуре – 1 балл

За указание сферы применения вещества **B** – 1 балл.

Итого: 15 баллов

Задание 5

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

Итого: 20 баллов

Химия. 9 класс
Решения заданий

Вариант 4

Задание 1

1) Реакция 1: $S + O_2 \rightarrow SO_2$

A – S, **B** – SO_2

Реакция 2: $SO_2 + I_2 + 2H_2O \rightarrow 2HI + H_2SO_4$

Реакция 3: $5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow 2MnSO_4 + 2KHSO_4 + H_2SO_4$ (или $5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$)

Реакция 4: $4SO_2 + 2H_2S + 6NaOH \rightarrow 3Na_2S_2O_3 + 5H_2O$

C – $Na_2S_2O_3$

Реакция 5: $Na_2S_2O_3 + 4Cl_2 + 5H_2O \rightarrow 2H_2SO_4 + 2NaCl + 6HCl$ (или $Na_2S_2O_3 + 4Cl_2 + 5H_2O \rightarrow NaHSO_4 + 8HCl$)

Реакция 6: $2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$

Реакция 7: $4Na_2S_2O_3 \rightarrow 3Na_2SO_4 + Na_2S + 4S$ (или $4Na_2S_2O_3 \rightarrow 3Na_2SO_4 + Na_2S_5$)

Реакция 8: $SO_2 + 1/2O_2 \rightarrow SO_3$

E – SO_3

Реакция 9: $nSO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2SO_4 \cdot nSO_3$ (или $H_2SO_4 + SO_3 \rightarrow H_2S_2O_7$)

Реакция 10: $H_2SO_4 \cdot nSO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (или $H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$)

F – ($H_2SO_4 \cdot nSO_3$), олеум

D – H_2SO_4 , серная кислота

2) В кристаллогидрате 36,29% воды, значит, 63,71% тиосульфата натрия. Молярная масса кристаллогидрата $158/0,6371 = 248$ г/моль,

Остаток, приходящийся на воду, равен $248 - 158 = 90$, что соответствует 5 молекулам $H_2O \rightarrow Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, пентагидрат тиосульфата натрия

Задание 2

1) $Al_2S_3 + 12HNO_3$ (конц) $\rightarrow 3S + 6NO_2 + 2Al(NO_3)_3 + 6H_2O$

2) $3H_2S + HClO_3 \rightarrow 3S + HCl + 3H_2O$

3) $6P + HClO_3 + 9H_2O \rightarrow 5HCl + 6H_3PO_4$

4) $Cr_2O_3 + 3KNO_3 + 4KOH \rightarrow 3KNO_2 + 2K_2CrO_4 + 2H_2O$

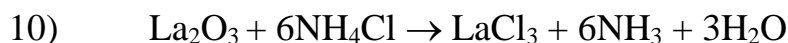
5) $3K_2S + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 4K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3S + 7H_2O$

6) $Ag + H_2SO_4 + 2KNO_3 \rightarrow NO_2 + K_2SO_4 + AgNO_3 + H_2O$

7) $5NO + 3KMnO_4 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 3KNO_3 + Mn(NO_3)_2 + 2H_2O$

8) $3NiS + 8HNO_3$ (30 %) $\rightarrow 3Ni(NO_3)_2 + 3S + 2NO + 4H_2O$

9) $2CeO_2 + 8HCl + 2KI \rightarrow 2KCl + 2CeCl_3 + I_2 + 4H_2O$

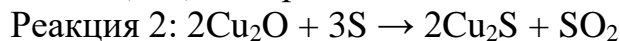


Задание 3

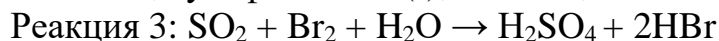
1) **A** – CuO, тенорит; **B** – Cu₂O, куприт. Металл **X** – Cu.



C – Cu(OH)₂, гидроксид меди



D – Cu₂S, сульфид меди (I), **E** – SO₂, оксид серы (IV)



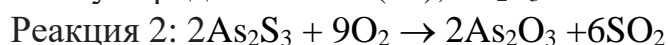
2) Реакция 5: $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$



Задание 4

1) Реакция 1: $2\text{NaAsO}_2 + 3\text{H}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{As}_2\text{S}_3 + 2\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$

A – сульфид мышьяка (III), As₂S₃



B – As₂O₃, оксид мышьяка (III); **C** – SO₂, сернистый газ, двуокись серы, сернистый ангидрид

$$n(\text{As}_2\text{S}_3) = m(\text{As}_2\text{S}_3) / M(\text{As}_2\text{S}_3) = 100 \text{ г} / 246,04 \text{ г/моль} = 0,41 \text{ моль}$$

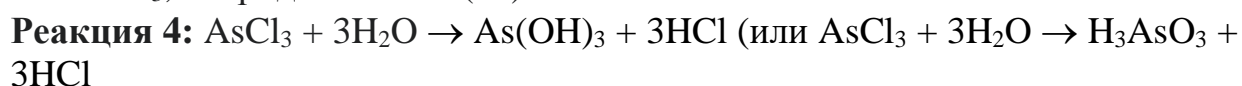
$$n(\text{As}_2\text{S}_3) = n(\text{As}_2\text{O}_3) = 0,41 \text{ моль}$$

$$M(\text{As}_2\text{O}_3) = m(\text{As}_2\text{O}_3) / n(\text{As}_2\text{O}_3) = 107,33 / 0,41 = 197,8 \text{ г/моль}$$

$$x = (197,8 - 74,9 \cdot 2) / 16 = 3, \text{ тогда } \mathbf{B} - \text{As}_2\text{O}_3$$



D – AsCl₃, хлорид мышьяка (III)



E – As(OH)₃, H₃AsO₃, ортомышьяковистая кислота, **F** – HCl, соляная кислота

2) As₂S₃ может применяться как полупроводниковый материал. Для изготовления волоконных световодов для инфракрасного излучения. Также является пигментом.

Задание 5

1. электроотрицательность
2. фтор
3. золото
4. гидролиз
5. аллотропия
6. водород
7. чугун
8. хлорофилл
9. актиноиды
- 10.гемоглобин
- 11.иттрий
- 12.фильтрование
- 13.фосфор
- 14.кадмий
- 15.Авогадро
- 16.хлор
- 17.нейтрон
- 18.гафний
- 19.берклий
- 20.астат

Химия. 9 класс
Критерии оценивания

Вариант 4

Задание 1

За верное указание веществ А, В, Е, D – по 0,5 балла – 2 балла

За верное указание веществ С, F – по 1 баллу – 2 балла

За верное написание уравнений реакций №1,7,8,9,10 – по 2 балла – 10 баллов

За верное написание уравнений реакций № 2,3,4,5,6– по 3 балла – 15 баллов

За верное определение состава кристаллогидрата – 2 балла

За верное указание названия кристаллогидрата по систематической номенклатуре – 1 балл

Итого: 32 балла

Задание 2

За верное написание уравнений реакций №1-10 – по 2 балла – 20 баллов

*Если реакция не уравнена, но верно указаны продукты – по 1 баллу за уравнение реакции

Итого: 20 баллов

Задание 3

За определение веществ X, А, В, С – по 0,25 балла – 1 балл

За определение веществ D, Е – по 0,5 баллов – 1 балла

За верное написание уравнений реакции № 4 – 1 балл

За верное написание уравнений реакций №1,2,3,5,6 – по 2 балла – 10 баллов

Итого: 13 баллов

Задание 4

За верное указание веществ А,В,С,D,Е,F – по 0,5 балла – 3 балла

За верное написание уравнений реакций 1-4 – по 2 балла – 8 баллов

За подтверждение состава В – 2 балла

За верное указание названия вещества С по тривиальной номенклатуре – 1 балл

За указание сферы применения вещества А – 1 балл.

Итого: 15 баллов

Задание 5.

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

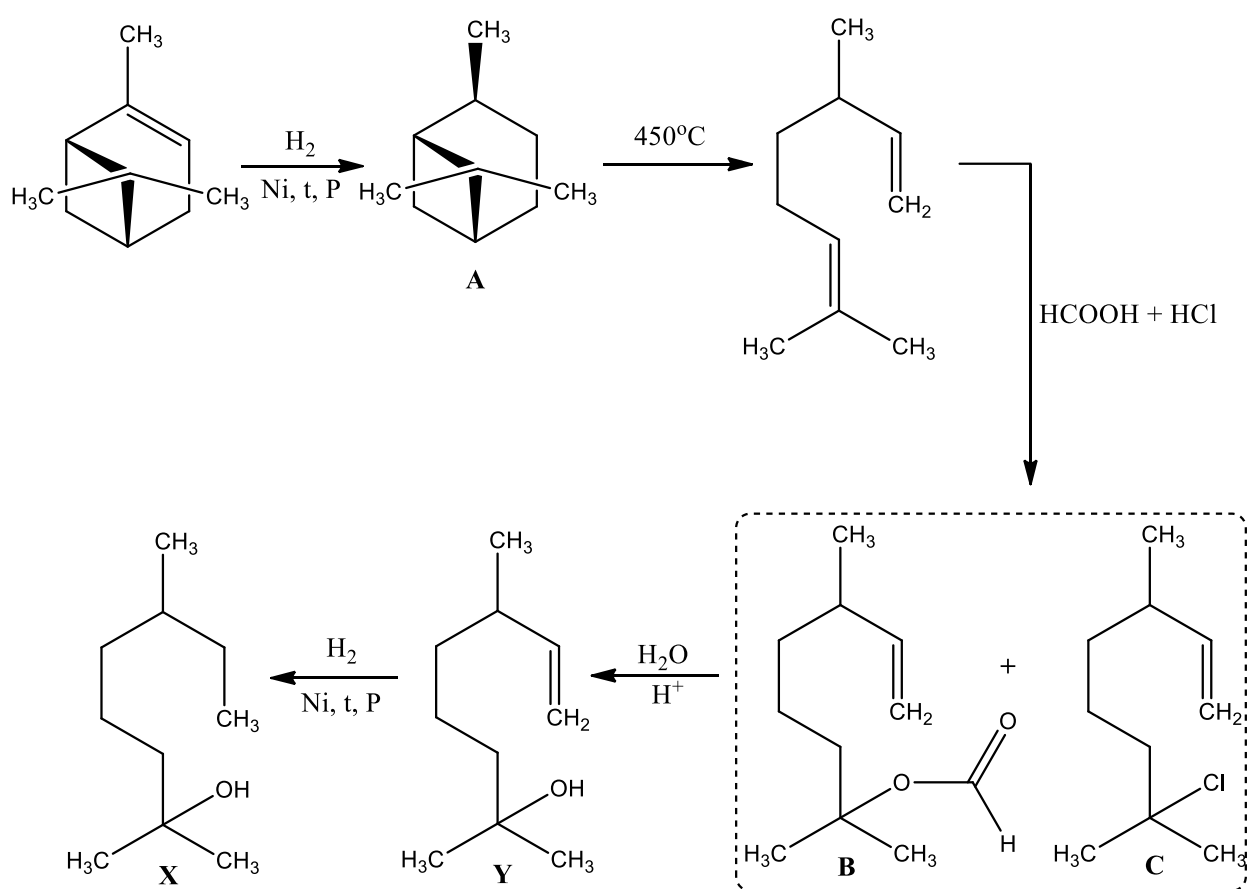
Итого: 20 баллов

Химия. 10 класс
Решения заданий

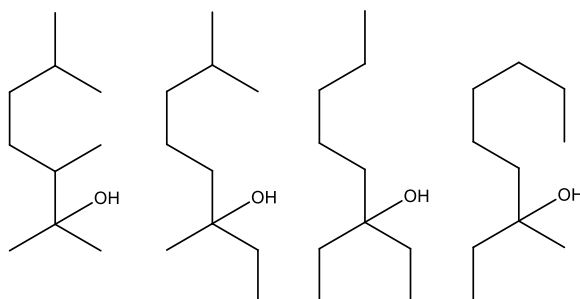
Вариант 1

Задача 1.

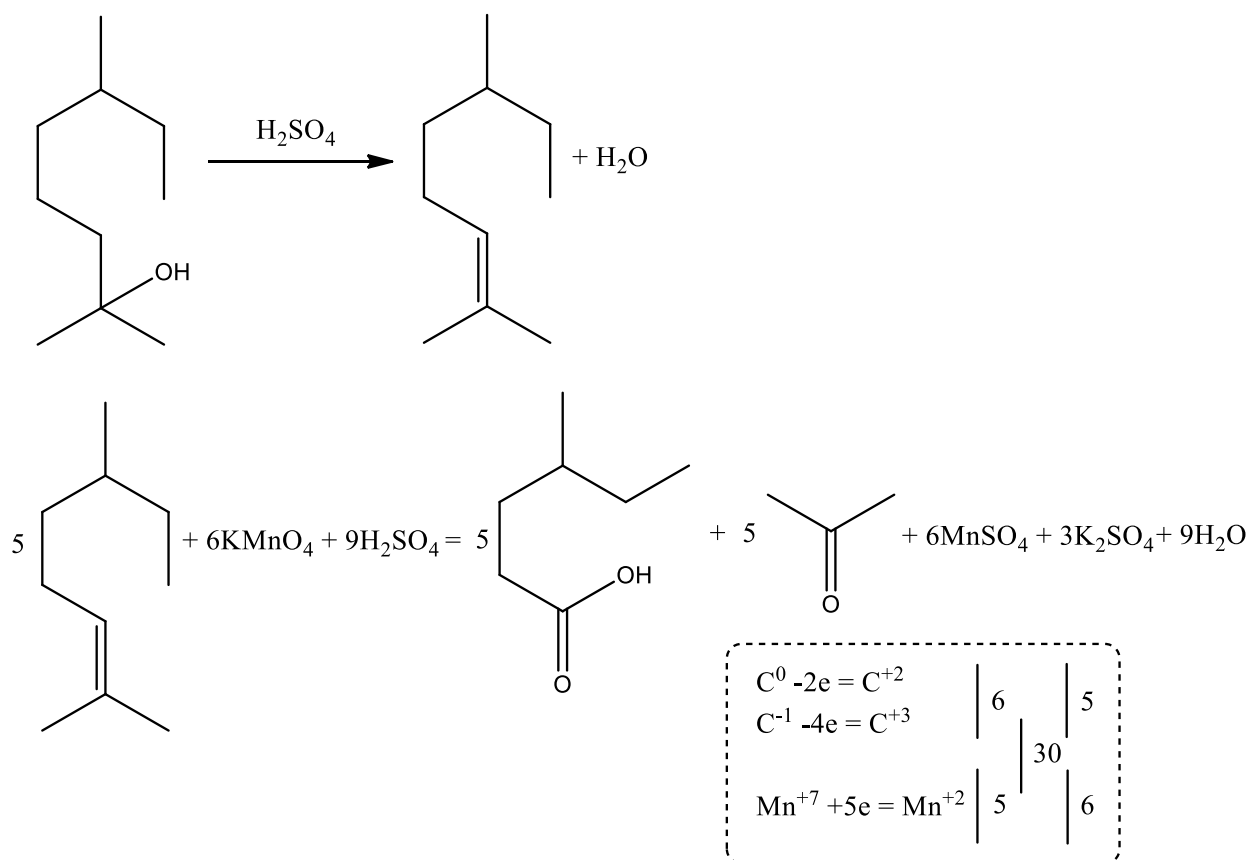
1. При каталитическом гидрировании α -пинена образуется *цис*-пинан (A), при нагревании которого получается диен известного строения. Обработка диена смесью муравьиной и соляной кислот приводит к образованию соединений B и C соответственно. Продуктом гидролиза B и C является спирт Y, гидрирование которого приводит к образованию тетрагидромирценола:



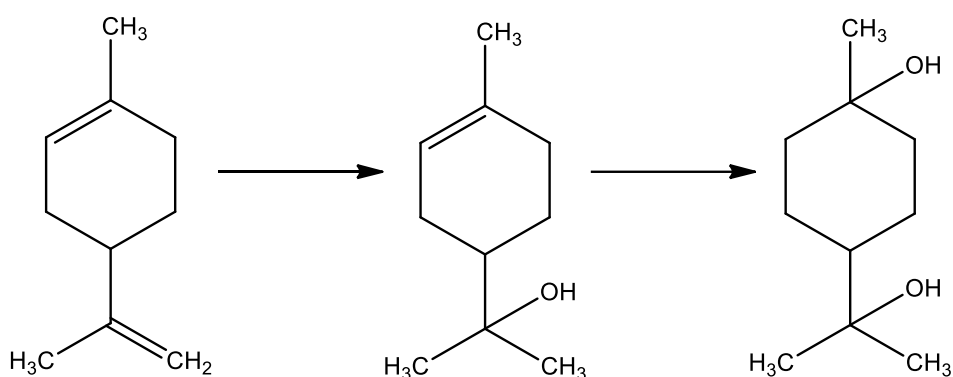
2. Структурные формулы изомеров X:



3. При обработке концентрированной серной кислотой соединения **X** образуется алкен, который и подвергается окислению:



4. Взаимодействие лимонена с водой приводит сначала к *терпинеолу*, а затем – к *терпину*.

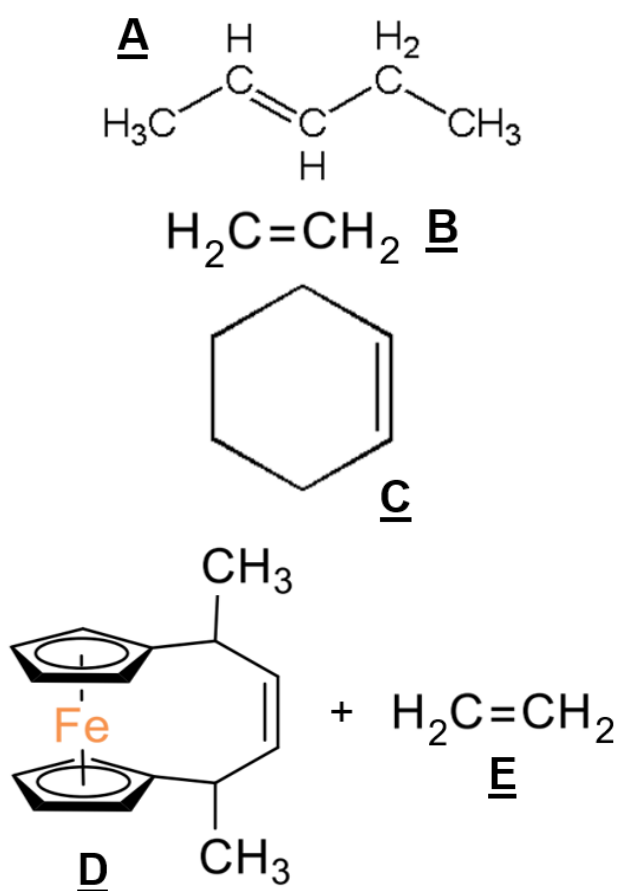


Задача 2.

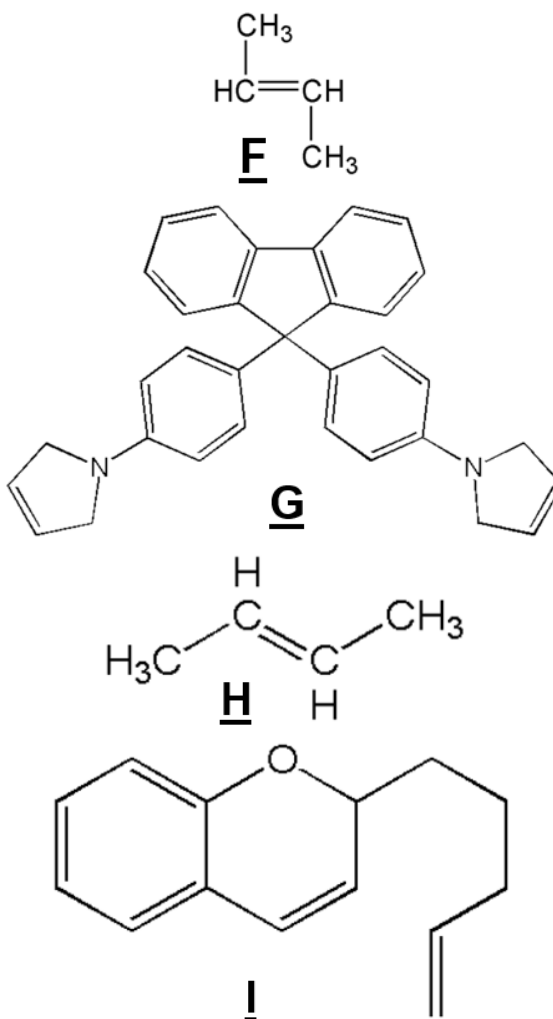
1. Реакция 1 представляет из себя классический пример метатезиса двух неразветвлённых алкенов – бутена-2 и гептена-3, в ходе которого образуются два других неразветвлённых алкена – пентен-2 и гексен-2. Реакция 2 протекает

аналогичным образом, хотя в неё и вступают два более сложных соединения, одно из которых является защищённым по азоту производным имидазола, а второе – эпоксидом. Поскольку оба исходных субстрата являются терминальными алкенами, в качестве второго органического продукта образуется этилен.

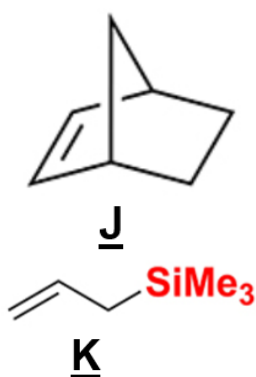
Реакция 3 – пример так называемого «ring-closing metathesis», т.е. метатезиса с образованием циклоалкена – циклогексена. Поскольку реакция протекает внутримолекулярно, а двойные связи в исходном диене являются терминальными, в качестве второго продукта снова выделяется этилен. Реакция 4 – пример аналогичного превращения, реализующийся для производного ферроцена.



2. Реакции 5 и 6 также являются примерами метатезиса, сопровождающегося циклизацией. В реакции 7, наоборот, происходит раскрытие цикла: в результате реакции циклогексена и бутена-2 образуется декадиен-2,8. В то же время в реакции 8 происходит раскрытие одного цикла, сопровождающееся образованием другого, в результате чего исходное производное стирола перегруппировывается в изомерный ему диен.



3. В двух последних реакциях в ходе метатезиса происходит катализируемая комплексами ванадия полимеризация, в обоих случаях сопровождающаяся раскрытием цикла.



Задача 3.

1. Газообразный продукт взаимодействия KMnO_4 и HCl – это **хлор**.
2. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – это **этанол**.

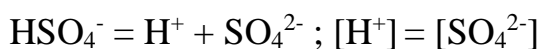
3. Продукт присоединения O_3 к алкенам – это **озонид**.
4. Соединение, меняющее свою окраску при изменении рН раствора – **индикатор**.
5. Самый лёгкий изотоп водорода – это **протий**.
6. Радикал $C_6H_5\cdot$ – это **фенил**.
7. 2-метилбутадиен-1,3 имеет тривиальное название «**изопрен**».
8. Единственный циклоалкан, атомы углерода в котором лежат в одной плоскости – это простейший из циклоалканов, т.е. **циклопропан**.
9. Продукт циклотримеризации ацетилена – это **бензол**.

Таким образом, в клетках, выделенных жирным, загадано слово «хлорофилл» – пигмент растительного происхождения, необходимый для протекания фотосинтеза. Хлорофилл обладает **зелёной** окраской.

Задача 4.

1. Сначала необходимо определить количество моль гидросульфатов натрия и калия в исходном растворе: $16,9 \text{ г} / 120 \text{ г/моль} = 0,141 \text{ моль}$; $10,1 \text{ г} / 136 \text{ г/моль} = 0,0735 \text{ моль}$. Общее количество молей анионов: $0,141 \text{ моль} + 0,0735 \text{ моль} = 0,2145 \text{ моль}$. Общий объем полученного раствора – 1 л. Найдем концентрацию полученного раствора: $0,215 \text{ моль} / 1,000 \text{ л} = 0,215 \text{ М}$. Следовательно, молярность полученного раствора равна 0,215 М. Поскольку фактор эквивалентности в этом случае равен 1, то нормальность совпадет с молярностью.

2. Найдем рН полученного раствора:



$$K_{II} = [H^+]^2 / [HSO_4^-]$$

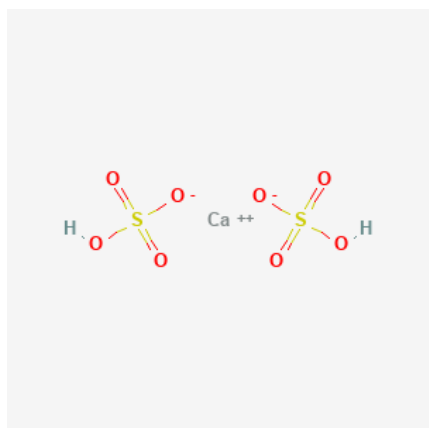
$$[H^+] = (K_{II} \cdot [HSO_4^-])^{1/2}$$

Пусть $[H^+] = x$, тогда $[HSO_4^-] = C_{HSO_4} - [H^+] = 0,215 - x$, отсюда

$$x^2 = 0,01 \cdot (0,215 - x) = 0,00215 - 0,01x$$

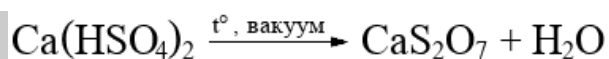
Решим квадратное уравнение: $x = 0,0416$

$pH = 1,38$. Среда кислая.



3.

4. $X_1 = \text{CaS}_2\text{O}_7$ (дисульфат кальция или пиросульфат кальция), $X_2 = \text{CaSO}_4$ (сульфат кальция)



Задача 5.

1. Примем массу элемента X за а, а число атомов кислорода в составе А за х, а в составе В – за у. Тогда можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X):

$$(a+16y)/(a+16x) = 1,25$$

$$\text{Отсюда } a = 64y - 80x$$

x	y	a	X
1	2	48	Ti – не соответствует условиям задачи, поскольку не образует газообразных при н.у. оксидов
1	3	112	Cd – не соответствует условиям задачи, поскольку не образует газообразных при н.у. оксидов
2	3	32	S – подходит, образует оксиды SO₂ и SO₃

2. По условию, в исходной смеси содержалось 33,3 % (мас.) кислорода и 66,7 % (мас.) SO₂, т.е. отношение масс SO₂ и O₂ равно 2, что соответствует их эквимольному содержанию (1:1). Пусть исходное число моль SO₂ и O₂ равно x, тогда общее число молей - 2x.

Реакция образования SO₃ из SO₂ и O₂ – обратимая и вероятно протекает не до конца:



Пусть в реакцию вступило y моль O₂, тогда израсходовано 2y моль SO₂, и образовалось 2y моль SO₃. В полученной смеси содержатся:

$n(\text{SO}_2) = x - 2y$, $n(\text{O}_2) = x - y$, $n(\text{SO}_3) = 2y$, общее число молей $n_{\text{общ}} = (x-2y) + (x-y) + 2y = 2x-y$.

Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов. Поскольку общее давление упало на 20 %, то оно составляет 80 % от начального:

$P/P_{\text{начал.}} = 0,8 = n_{\text{общ}}/n_{\text{общ (начал)}} = 2x-y / 2x$, откуда $y = 0,4x$.

Объемные доли газов в конечной смеси равны их мольным долям:

$\varphi(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) / n_{\text{общ}} = (x-2 \cdot 0,4x) / (2x-0,4x) \cdot 100\% = 12,5\%$,

$\varphi(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) / n_{\text{общ}} = (x-0,4x) / (2x-0,4x) \cdot 100\% = 37,5\%$,

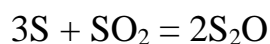
$\varphi(\text{SO}_3) = n(\text{SO}_3) / n_{\text{общ}} = (2 \cdot 0,4x) / (2x-0,4x) \cdot 100\% = 50,0\%$,

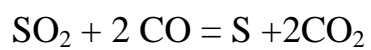
Выход SO₃ равен $n(\text{SO}_3) / n(\text{SO}_2)_{\text{начал.}} = (2 \cdot 0,4x) / x = 0,8$ или 80 %.

3. Реакция окисления SO₂ – каталитическая. Процесс проводят при высокой температуре для увеличения скорости реакции («розжига» катализатора). Поскольку реакция экзотермическая, если температуру увеличить еще на 200 °С, равновесие сместится в сторону исходных веществ, а выход продукта, упадет.

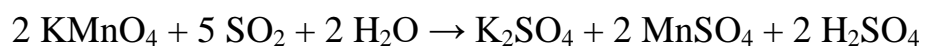
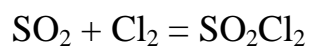
4. Примеры реакций SO₂:

Как окислитель:





Как восстановитель:



Химия. 10 класс
Критерии оценивания

Вариант 1

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, X** по 2 балла – всего **8 баллов**.
2. За правильно написанные формулы изомеров вещества **X** по 0.5 балла – всего **2 балла**.
3. За уравнения реакции взаимодействия **X** с серной кислотой, а также реакции окисления полученного алкена по 1 баллу – всего **2 балла**.
4. За уравнивание окислительно-восстановительной реакции методом электронного баланса – **4 балла**.
5. За определение структурной формулы терпина – **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, E** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За правильно установленные структурные формулы веществ **F, G, H, I** по 3 балла – всего **12 баллов**.
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **J, K** по 5 баллов – всего **10 баллов**.

Итого: 32 балла

Задача 3.

1. За правильно установленные слова 1-9 по 1 баллу – всего **9 баллов**.
2. За правильно указанный цвет хлорофилла – **1 балл**.

Итого: 10 баллов

Задача 4.

1. За расчет молярности и нормальности по 2 балла – всего 4 балла
2. За правильный расчет pH раствора – 5 баллов, если в расчете пренебрегли нахождением равновесной концентрации гидросульфат-иона и использовали вместо нее исходную, - 2 балла.

3. За определение кислотности раствора – 1 балл.
4. За графическую формулу – 2 балла
5. За вещества X1 и X2 с названиями – по 2 балла, без названий – по 1 баллу – 4 балла
6. За уравнения реакций по 2 балла – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленные формулы соединений А, В и элемента Х по 2 балла – 6 баллов
2. За расчет состава смеси – 5 баллов
3. За расчет выхода продукта – 2 балла
4. За ответ на вопрос о влиянии температуры – 2 балла
5. За реакции окисления диоксида серы по 1 баллу, за реакции восстановления диоксида серы по 1,5 балла – всего 5 баллов

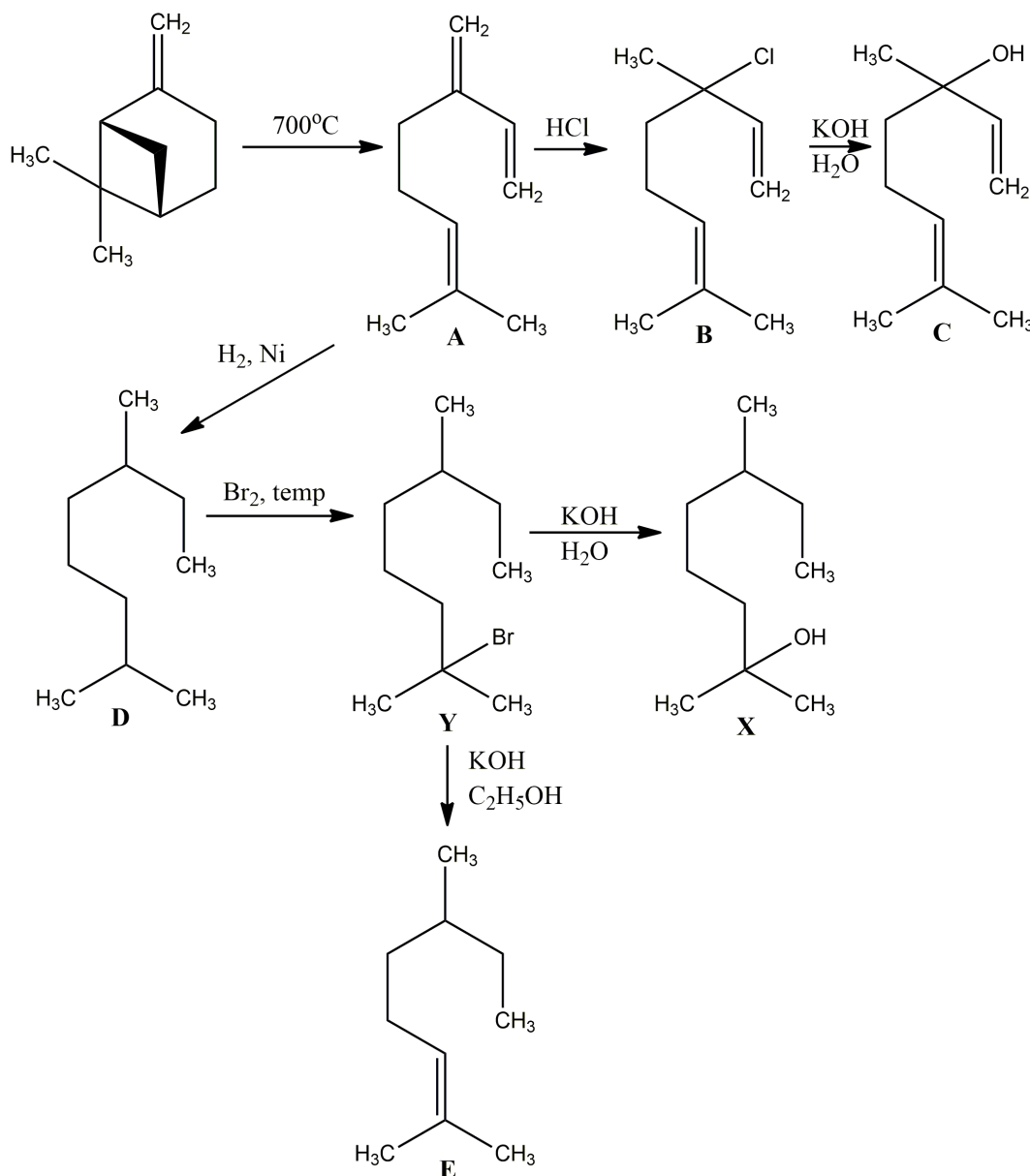
Итого: 20 баллов

Химия. 10 класс
Решения заданий

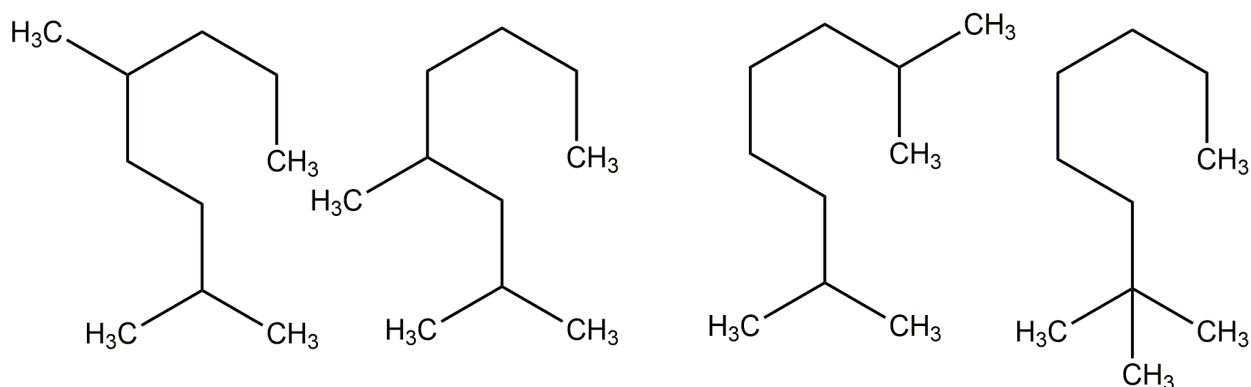
Вариант 2

Задача 1.

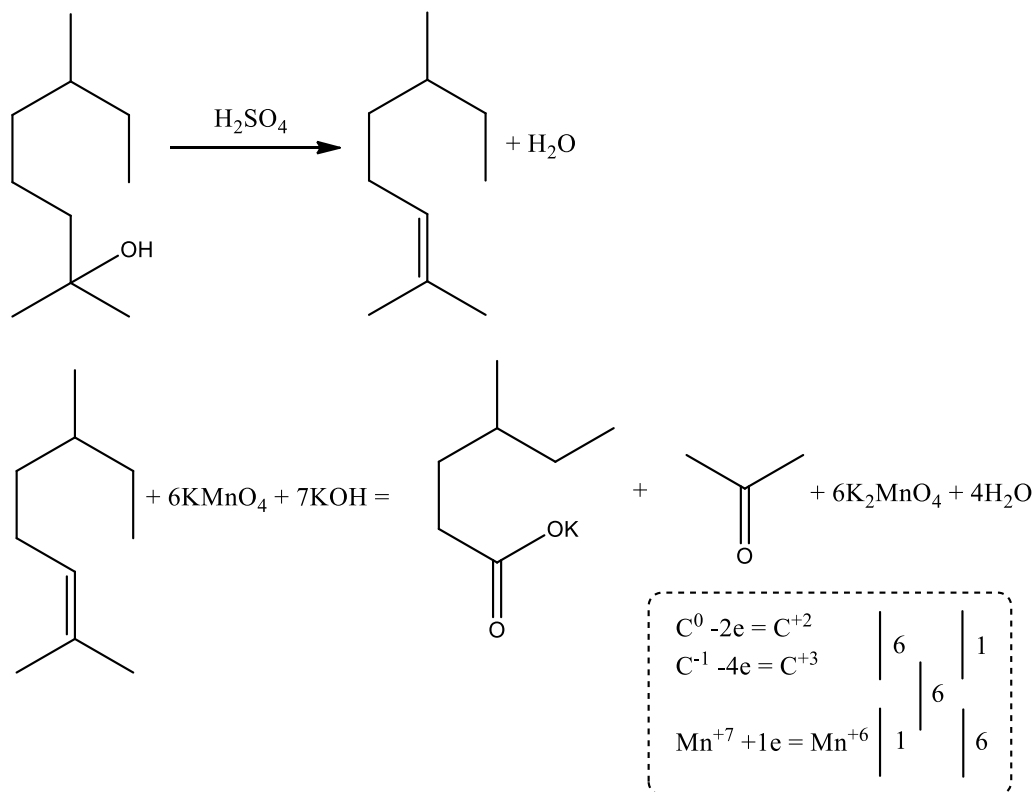
1. Нагревание бета-пинена приводит к образованию мирцена (А), который способен присоединить HCl с образованием продукта (В). Вариантов присоединения хлороводорода несколько, однако зная структуру линалоола (С), несложно определить структуру искомого В. Гидрирование А приводит к восстановлению кратных связей (продукт D). D бромруется при нагревании с образованием продукта Y, который взаимодействует как с водным, так и со спиртовым растворами щелочи с образованием продуктов X и E соответственно.



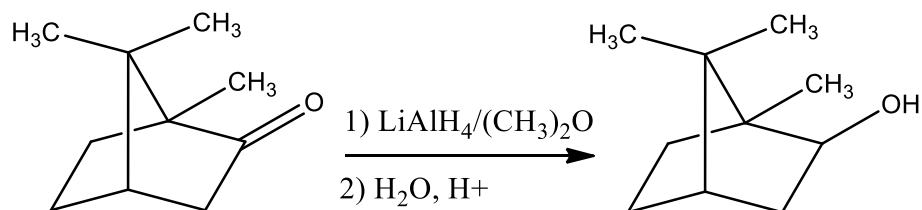
2. Структурные формулы изомеров **D**:



3. При обработке концентрированной серной кислотой соединения **X** образуется алкен, который и подвергается окислению:



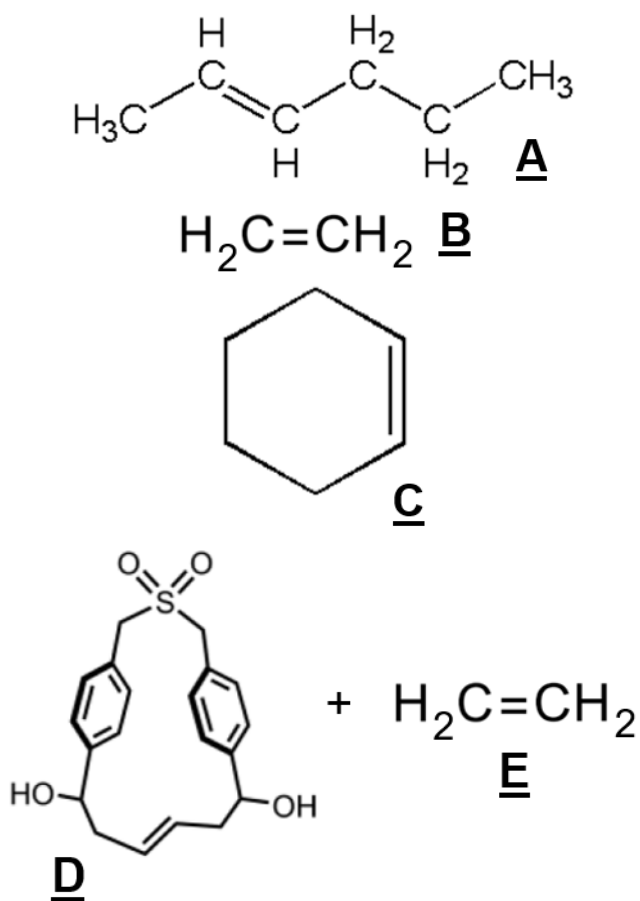
4. При восстановлении *камфоры* (кетон) образуется *борнеол* (спирт).



Задача 2.

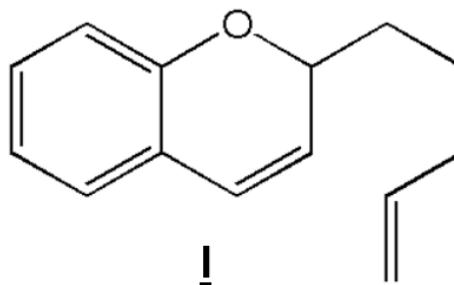
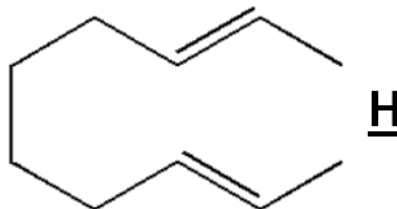
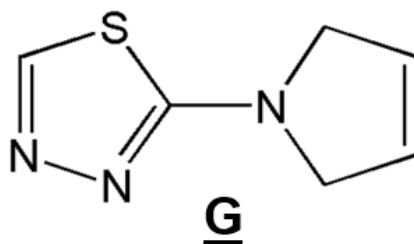
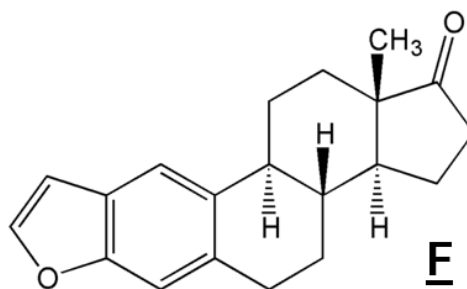
1. Реакция 1 представляет из себя классический пример метатезиса двух неразветвлённых алкенов – бутена-2 и гептена-3, в ходе которого образуются два других неразветвлённых алкена – пентен-2 и гексен-2. Реакция 2 протекает аналогичным образом, хотя в неё и вступают два более сложных соединения, одно из которых является защищённым по азоту производным имидазола, а второе – 2-винилтиофеном. Поскольку оба исходных субстрата являются терминальными алкенами, в качестве второго органического продукта образуется этилен.

Реакция 3 – пример так называемого «ring-closing metathesis», т.е. метатезиса с образованием циклоалкена – циклогексена. Поскольку реакция протекает внутримолекулярно, а двойные связи в исходном диене являются терминальными, в качестве второго продукта снова выделяется этилен. Реакция 4 – пример аналогичного превращения.

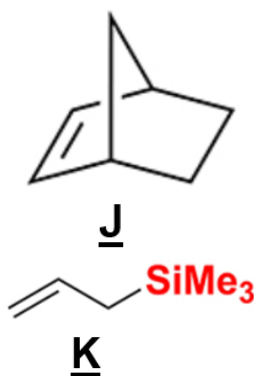


2. Реакции 5 и 6 также являются примерами метатезиса, сопровождающегося циклизацией. В реакции 7, наоборот, происходит раскрытие цикла: в результате реакции циклогексена и бутена-2 образуется декадиен-2,8. В то же время в реакции 8 происходит раскрытие одного цикла, сопровождающееся

образованием другого, в результате чего исходное производное стирола перегруппировывается в изомерный ему диен.



3. В двух последних реакциях в ходе метатезиса происходит катализируемая комплексами ванадия полимеризация, в обоих случаях сопровождающаяся раскрытием цикла.



Задача 3.

1. Циклоалкан, содержащий в своём составе четыре атома углерода – это **циклобутан**.
2. NH_2OH – это **гидроксиламин**.
3. Гидроксibenзол имеет тривиальное название «**фенол**».
4. $n\text{-C}_3\text{H}_7\text{-OH}$ – это пропиловый спирт или **пропанол**.
5. Реакция бромэтана со спиртовым раствором щёлочи – это **элиминирование**.
6. Кислотно-основный индикатор, имеющий красную окраску в кислой среде и синюю – в щелочной – это **лакмус**.
7. Простейший представитель полициклических ароматических углеводородов с брутто-формулой C_{10}H_8 – это **нафталин**.
8. Магнийорганические соединения с общей формулой R-MgX , где X – галоген, ввёл в практику органического синтеза Виктор **Гриньяр**.
9. Изотоп водорода, содержащий в ядре один протон и один нейтрон – это **тритий**.

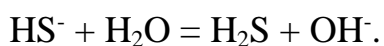
Таким образом, в клетках, выделенных жирным, загадано слово «основание». К органическим основаниям можно отнести алкоголяты (ROM , где R – органический радикал, а M – металл), металлорганические соединения, содержащие связь C-M (ацетилениды щелочных металлов, реактивы Гриньяра, литийорганика (BuLi , PhLi и т.п.), цинк- и кадмийорганика и т.п.), амины и т.п.

Задача 4.

1. Определим количество молей гидросульфида калия и сульфата натрия в исходном растворе: $10,8 \text{ г} / 72 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$; $24,2 \text{ г} / 142 \text{ г/моль} = 0,17 \text{ моль}$. Количество молей HS^- равно 0,15 моль, SO_4^{2-} - 0,17 моль. Общий объем полученного раствора – 1,0 л. Найдем молярные концентрации анионов в нем: $0,15 \text{ моль} / 1 \text{ л} = 0,15 \text{ М HS}^-$, $0,17 \text{ моль} / 1 \text{ л} = 0,17 \text{ М SO}_4^{2-}$. Поскольку фактор эквивалентности HS^- в этом случае равен 1, то его нормальность совпадет с молярностью. Для сульфат-ионов фактор эквивалентности равен 0,5, поэтому его нормальность – 0,34 н.
2. Найдем pH полученного раствора. Сульфат натрия не подвергается гидролизу, поэтому pH будет определяться только взаимодействием с водой HS^- -ионов. Они могут как отщеплять ион водорода:



так и подвергаться гидролизу:



Константа первого процесса равна, согласно условию, $K_{\text{II}} = 2,5 \cdot 10^{-13}$, т.е. очень мала. Диссоциация протекать практически не будет.

Константу гидролиза можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 1,0 \cdot 10^{-7} = 1,0 \cdot 10^{-7}.$$

Разница в 6 порядков делает наше предположение о подавлении диссоциации правомерным.

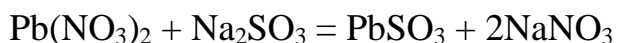
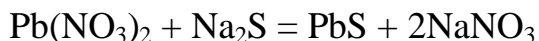
$$K_{\text{гидр}} = [\text{OH}^-]^2 / [\text{HS}^-], \text{ т.к. } [\text{OH}^-] = [\text{H}_2\text{S}],$$

Поскольку $K_{\text{гидр}}$ довольно мала, можно принять $[\text{HS}^-] = C_{\text{HS}^-}$, тогда $[\text{OH}^-] = (1,0 \cdot 10^{-7} \cdot 0,15)^{0,5} = 1,22 \cdot 10^{-4}$, $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-14} / 1,22 \cdot 10^{-4} = 8,16 \cdot 10^{-11}$ моль/л.

$\text{pH} = 10,1$. Среда щелочная.

3. В первой банке могли находиться гидросульфид, гидросульфит или гидросульфат натрия. Самый простой способ растворить небольшое количество соли и использовать индикаторную бумагу: щелочная среда соответствует гидросульфиду калия, слабокислотная, почти нейтральная – гидросульфиту натрия, в случае гидросульфата среда будет кислая.

Во второй банке могут находиться сульфид, сульфат или сульфит натрия. В этом случае нейтральная среда говорит о сульфате, очень щелочная – о сульфиде натрия, сульфит натрия имеет гораздо менее щелочную среду. Отличить сульфид и сульфит натрия также можно реакцией с раствором соли свинца: с сульфидом выпадет черный осадок, с сульфитом - белый:



Принимаются и другие разумные ответы.

Задача 5.

1. Примем массу элемента X за а, а число атомов кислорода в составе А за х, а в составе В – за у. Тогда можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X):

$$(a+16y)/(a+16x) = 1,533$$

$$\text{Отсюда } 0,533 a = 16y - 24,53x$$

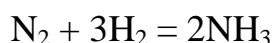
x	y	a	X
1	2	14,0	N – подходит, образует оксиды NO и NO₂
1	3	44,0	-
2	3	<0	-
2	4	28,0	Si – не соответствует условиям задачи, поскольку не образует газообразных при н.у. оксидов

Поскольку кислород в В и Г связан с одним и тем же элементом, но имеет различные степени окисления резонно предположить, что эти ст. окисления -1 и -2, а В и Г – оксид и пероксид (варианты надоксида и озонида можно отбросить в силу агрегатного состояния В и Г). Высокая массовая доля кислорода в обоих соединениях и их жидкое состояние позволяет предположить, что Y – водород. Действительно, массовая доля кислорода в воде – 0,89, а в пероксиде водорода – 0,94, что соответствует условиям.

Итак, X – азот, Y – водород, А – NO, Б – NO₂, В – H₂O, Г – H₂O₂, Д – N₂, Е – H₂.

2. По условию, в исходной смеси содержалось 17,65 % (мас.) водорода и 82,35 % (мас.) N₂, найдем их молярное отношение:

Пусть масса смеси 100 г, тогда $17,65/2 = 8,825$ моль H₂ и $82,35/28 = 2,941$ моль N₂, а их отношение 3:1, что соответствует стехиометрии реакции



Пусть исходное число моль N₂ равно x, тогда число моль H₂ – 3x, а общее число молей - 4x. Реакция обратимая и протекает не до конца.

Пусть в реакцию вступило y моль N₂, тогда израсходовано 3y моль H₂, и образовалось 2y моль NH₃. В полученной смеси содержатся:

$n(\text{N}_2) = x - y$, $n(\text{H}_2) = 3x - 3y$, $n(\text{NH}_3) = 2y$, общее число молей $n_{\text{общ}} = (x-y) + (3x-3y) + 2y = 4x-2y$.

Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов. Поскольку общее давление упало на 20 %, то оно составляет 80 % от начального:

$P/P_{\text{начал.}} = 0,8 = n_{\text{общ}}/n_{\text{общ (начал)}} = 4x-2y / 4x$, откуда $y = 0,4x$.

Объемные доли газов в конечной смеси равны их мольным долям:

$\varphi(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) / n_{\text{общ}} = (x-0,4x)/(4x-2 \cdot 0,4x) \cdot 100\% = 18,75\%$,

$\varphi(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) / n_{\text{общ}} = (3x-3 \cdot 0,4x)/(3,2x) \cdot 100\% = 56,25\%$,

$\varphi(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) / n_{\text{общ}} = (2 \cdot 0,4x)/(3,2x) \cdot 100\% = 25,00\%$,

Выход NH_3 равен $n(\text{NH}_3) / 2n(\text{N}_2)_{\text{начал.}} = (2 \cdot 0,4x)/2x = 0,4$ или 40 %.

3. Реакция каталитическая. Процесс проводят при высокой температуре для увеличения скорости реакции («розжига» катализатора). Поскольку реакция экзотермическая, если температуру увеличить еще на 200 °С, равновесие сместится в сторону исходных веществ, а выход продукта, упадет.

Химия. 10 класс
Критерии оценивания

Вариант 2

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **В, D, E, X** по 2 балла – всего **8 баллов**.
2. За правильно написанные формулы изомеров вещества **D** по 0.5 балла – всего **2 балла**.
3. За уравнения реакции взаимодействия **X** с серной кислотой, а также реакции окисления полученного алкена по 1 баллу – всего **2 балла**.
4. За уравнивание окислительно-восстановительной реакции методом электронного баланса – **4 балла**.
5. За определение структурной формулы борнеола – **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, E** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За правильно установленные структурные формулы веществ **F, G, H, I** по 3 балла – всего **12 баллов**.
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **J, K** по 5 баллов – всего **10 баллов**.

Итого: 32 балла

Задача 3.

1. За правильно установленные слова 1-9 по 1 баллу – всего **9 баллов**.
2. За правильно указанную формулу любого органического основания – **1 балл**.

Итого: 10 баллов

Задача 4.

1. За расчет молярности и нормальности по 2 балла – всего 4 балла

2. За учет двух процессов в растворе с уравнениями реакций – 4 балла (без уравнений – 2 балла).
3. За расчет константы гидролиза – 2 балла.
4. За правильный расчет рН раствора – 5 баллов.
5. За указание кислотности раствора – 1 балл.
6. За схему проверки реактивов в банках с уравнениями реакций – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задача 5.

1. За правильно установленные формулы соединений А-Г и элементов Х, Y по 2 балла – 12 баллов
2. За расчет состава смеси – 4 балла
3. За расчет выхода продукта – 2 балла
4. За ответ на вопрос о влиянии температуры – 2 балла

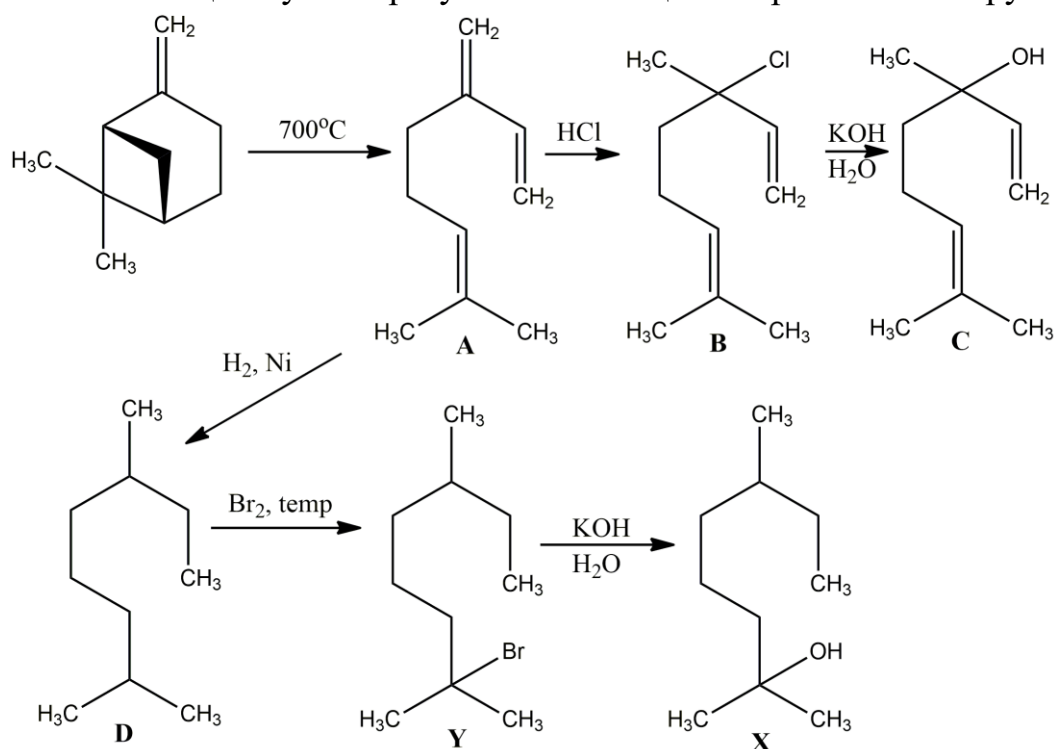
Итого: 20 баллов

Химия. 10 класс
Решения заданий

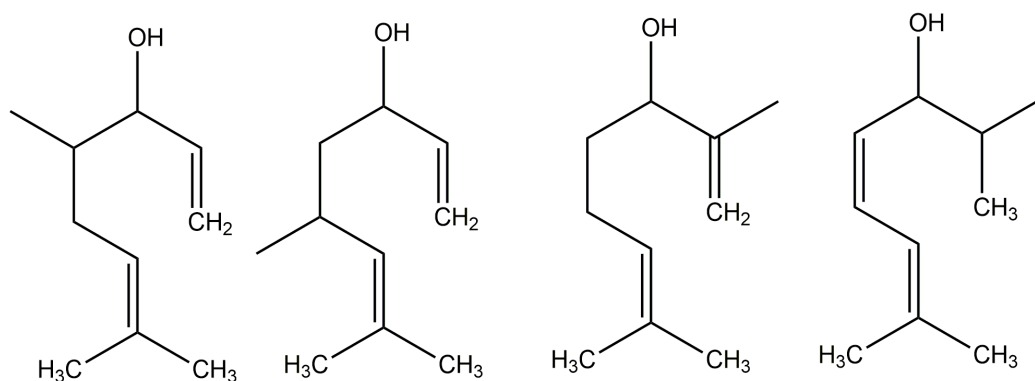
Вариант 3

Задача 1.

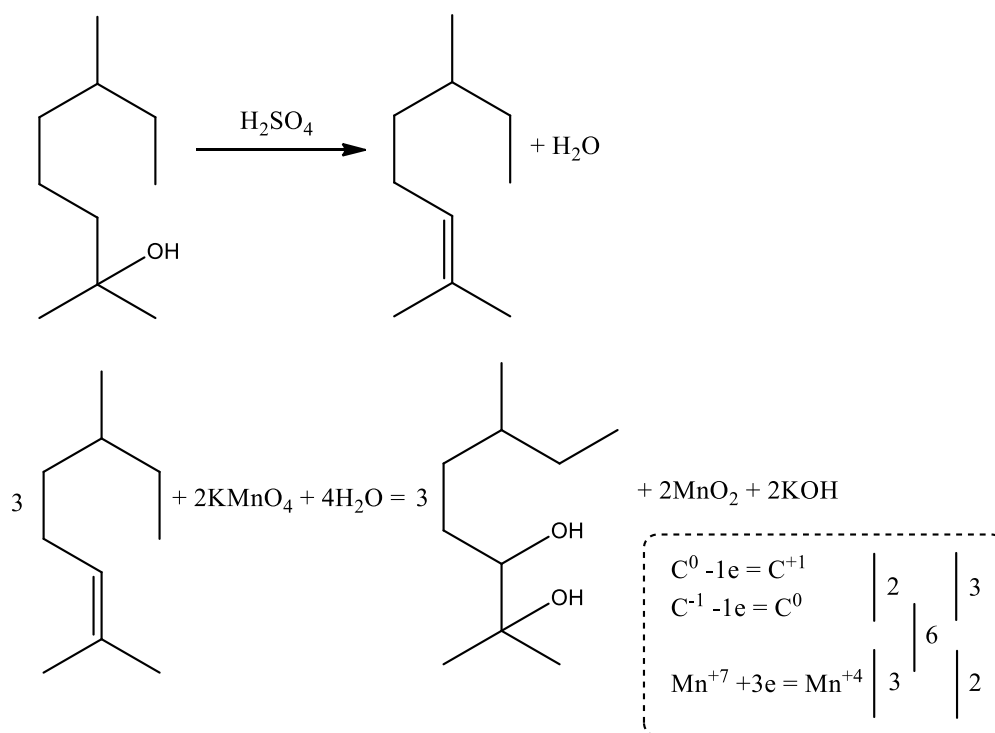
1. Нагревание бета-пинена приводит к образованию мирцена (А), о структуре которого можно судить по строению вещества В (а также учитывая, что А – ациклическое соединение с молекулярной формулой $C_{10}H_{16}$). При взаимодействии В с водным раствором щелочи образуется линалоол (С). Гидрирование А приводит к продукту D, о строении которого можно судить по веществу Y. В результате замещения брома на OH-группу образуется X.



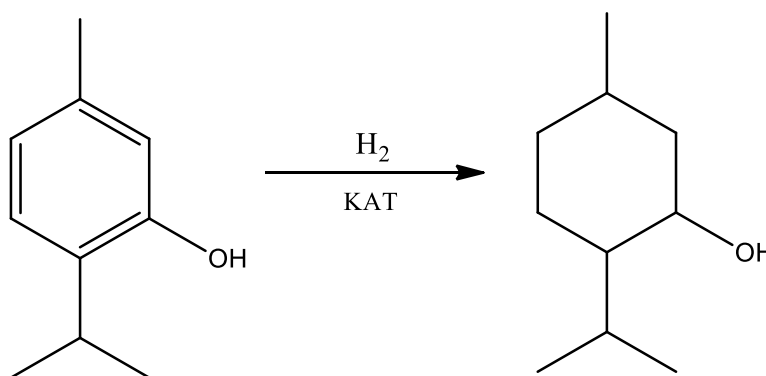
2. Структурные формулы изомеров С:



3. При обработке концентрированной серной кислотой соединения **X** образуется алкен, который и подвергается окислению:



4. При каталитическом гидрировании *тимола* восстановлению подвергается ароматическое кольцо. Образуется *ментол*:

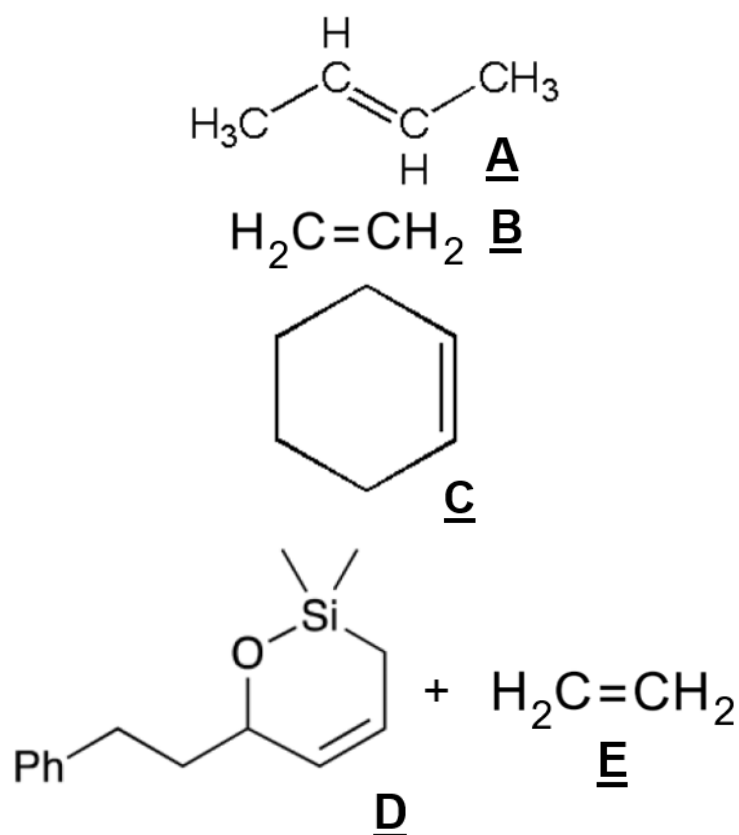


Задача 2.

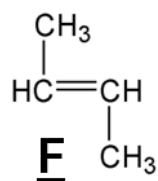
1. Реакция 1 представляет из себя классический пример метатезиса двух неразветвлённых алкенов – бутена-2 и гептена-3, в ходе которого образуются два других неразветвлённых алкена – пентен-2 и гексен-2. Реакция 2 протекает аналогичным образом, хотя в неё и вступают два более сложных соединения, одно из которых является защищённым по азоту производным имидазола, а второе – эфиром фосфоновой кислоты. Поскольку оба исходных

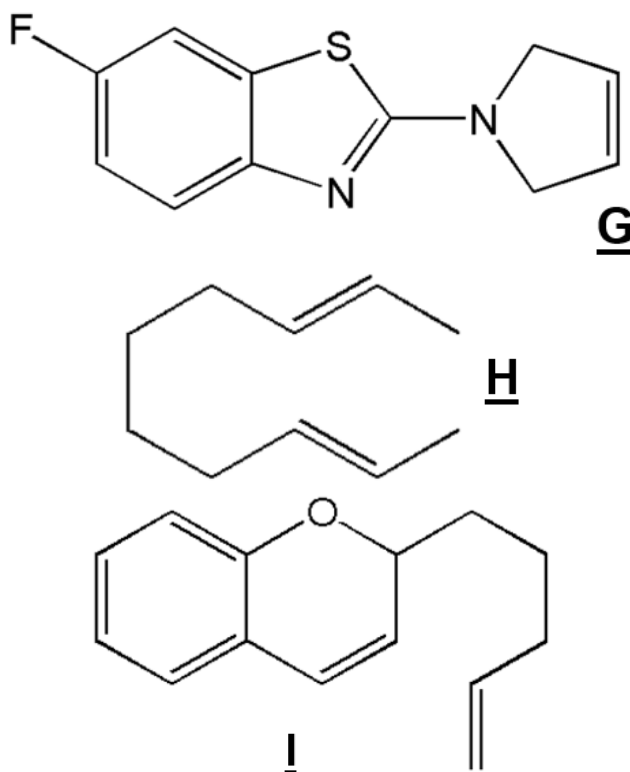
субстрата являются терминальными алкенами, в качестве второго органического продукта образуется этилен.

Реакция 3 – пример так называемого «ring-closing metathesis», т.е. метатезиса с образованием циклоалкена – циклогексена. Поскольку реакция протекает внутримолекулярно, а двойные связи в исходном диене являются терминальными, в качестве второго продукта снова выделяется этилен. Реакция 4 – пример аналогичного превращения, реализующегося для кремнийорганического соединения.

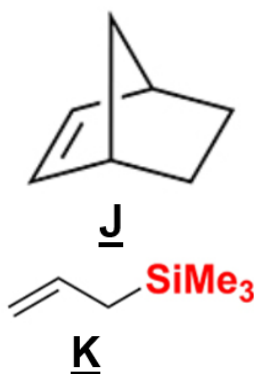


2. Реакции 5 и 6 также являются примерами метатезиса, сопровождающегося циклизацией. В реакции 7, наоборот, происходит раскрытие цикла: в результате реакции циклогексена и бутена-2 образуется декадиен-2,8. В то же время в реакции 8 происходит раскрытие одного цикла, сопровождающееся образованием другого, в результате чего исходное производное стирола перегруппировывается в изомерный ему диен.





3. В двух последних реакциях в ходе метатезиса происходит катализируемая комплексами ванадия полимеризация, в обоих случаях сопровождающаяся раскрытием цикла.



Задача 3.

1. Соединение с брутто-формулой N_2H_4 – это **гидразин**.
2. Циклоалкан, содержащий в своём составе пять атомов углерода – это **циклопентан**.
3. Продукт присоединения воды к ацетилену в присутствии солей Hg^{2+} – это **ацетальдегид**.
4. Изотоп водорода, содержащий в ядре один протон и два нейтрона – это **тритий**.

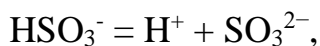
5. Простейший спирт с формулой CH_3OH – это **метанол**.
6. Бытовое название водного раствора уксусной кислоты – **уксус**.
7. Изомерные орто-, мета- и пара-диметилбензолы называют термином **ксилол**.
8. $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$ – это фениламин или **анилин**.
9. Реакция двух молекул ацетилен, катализируемая $\text{Cu}_2\text{Cl}_2/\text{NH}_4\text{Cl}$ и сопровождающаяся образованием винилацетилена – это **димеризация**.

Таким образом, в клетках, выделенных жирным, загадано слово «гидроксид». К гидроксидам можно отнести KOH , Ba(OH)_2 , $\text{N(CH}_3)_4^+\text{OH}^-$ (гидроксид тетраметиламмония) и т.п.

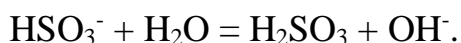
Задача 4.

1. Сначала необходимо определить количество моль гидросульфита натрия и $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в исходном растворе: $20,8 \text{ г} / 104 \text{ г/моль} = 0,20 \text{ моль}$; $16,1 \text{ г} / 322 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}$. Количество молей HSO_3^- равно $0,20 \text{ моль}$, SO_4^{2-} – $0,05 \text{ моль}$. Общий объем полученного раствора – $0,5 \text{ л}$. Найдем молярные концентрации анионов в нем: $0,20 \text{ моль} / 0,5 \text{ л} = 0,4 \text{ М } \text{HSO}_3^-$, $0,05 \text{ моль} / 0,5 \text{ л} = 0,1 \text{ М } \text{SO}_4^{2-}$. Поскольку фактор эквивалентности HSO_3^- в этом случае равен 1, то его нормальность совпадет с молярностью. Для сульфат-ионов фактор эквивалентности равен $0,5$, поэтому его нормальность – $0,2 \text{ н}$.

2. Найдем pH полученного раствора. Сульфат натрия не подвергается гидролизу, поэтому pH будет определяться только взаимодействием с водой HSO_3^- -ионов. Они могут как отщеплять ион водорода:



так и подвергаться гидролизу:



Константа первого процесса равна, согласно условию, $K_{\text{II}} = 6,2 \cdot 10^{-8}$

Константу гидролиза можно рассчитать по формуле:

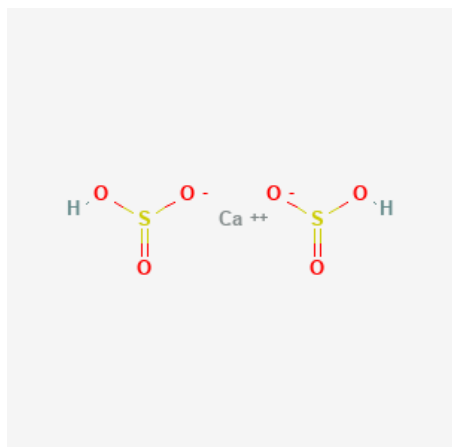
$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 1,4 \cdot 10^{-2} = 7,1 \cdot 10^{-13}.$$

Разница в 5 порядков между константами позволяет пренебречь процессом гидролиза в данных условиях.

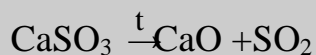
Для расчета pH ограничимся только процессом диссоциации. Поскольку K_{II} для сернистой кислоты очень мала, можно принять $[HSO_3^-] = C_{HSO_3}$, тогда $[H^+] = (6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,4)^{0,5} = 1,57 \cdot 10^{-4}$

pH=3,80. Среда слабокислая.

3.



4. $X_1 = CaSO_3$ (сульфит кальция), $X_2 = CaO$ (оксид кальция)



Задача 5.

1. Примем массу элемента X за а, а число атомов кислорода в составе А за х, а в составе В – за у. Тогда можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X):

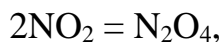
$$(a+16y)/(a+16x) = 1,533$$

$$\text{Отсюда } 0,533 a = 16y - 24,53x$$

x	y	a	X
1	2	14,0	N – подходит , образует оксиды NO и NO₂
1	3	44,0	-
2	3	<0	-
2	4	28,0	Si – не соответствует условиям задачи, поскольку не образует газообразных при н.у. оксидов

Итак, X – азот, А – NO, Б – NO₂.

2. Оксид с большей молярной массой – NO₂. Известно, что при понижении температуры он способен димеризоваться:



при этом его бурая окраска сменяется на желтую.

Причины снижения давления в сосуде две: уменьшение температуры газа и химическая реакция, протекающая с уменьшением объема. Рассчитаем, как бы понизилось давление, если бы реакции не протекала:

$$P_1V = nRT_1$$

$$P_2V = nRT_2$$

$$P_2/P_1 = T_2/T_1 = 313/373 = 0,84 \text{ – давление бы уменьшилось на } 16 \text{ \%}.$$

Обозначим давление в сосуде по окончании реакции за P₃, тогда по условию

$$P_3/P_1 = 0,6, \text{ а с учетом снижения давления вследствие понижения температуры } P_3/P_2 = P_3/(0,84 \cdot P_1) = 0,6/0,84 = 0,71.$$

Пусть исходное число моль NO₂ равно x, в реакцию вступило 2y моль NO₂, тогда образовалось y моль N₂O₄.

$$P/P_{\text{начал, } 40^\circ\text{C.}} = 0,71 = n_{\text{общ}}/n_{\text{начал}} = (x-y)/x, \text{ откуда } y = 0,29x.$$

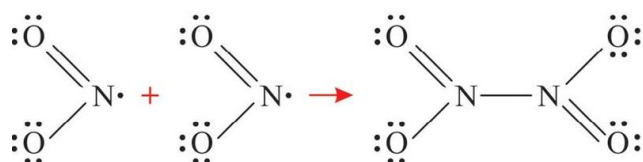
Объемные доли газов в конечной смеси равны их мольным долям:

$$\varphi(\text{NO}_2) = n(\text{NO}_2)/n_{\text{общ}} = (x - 0,29x)/x \cdot 100\% = 71,0 \text{ \%},$$

$$\varphi(\text{N}_2\text{O}_4) = 29,0 \text{ \%},$$

$$\text{Выход } \text{N}_2\text{O}_4 \text{ равен } n(\text{N}_2\text{O}_4) / 2n(\text{NO}_2)_{\text{начал.}} = (0,29x)/2x = 0,145 \text{ или } 14,5 \text{ \%}.$$

Причина димеризации – наличие у молекулы диоксида азота неспаренного электрона



Неспаренный электрон есть и у молекулы NO, поэтому оксид азота (II) также способен димеризоваться.

Химия. 10 класс
Критерии оценивания

Вариант 3

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, C, B, X** по 2 балла – всего **8 баллов**.
2. За правильно написанные формулы изомеров вещества **C** по 0.5 балла – всего **2 балла**.
3. За уравнения реакции взаимодействия **X** с серной кислотой, а также реакции окисления полученного алкена по 1 баллу – всего **2 балла**.
4. За уравнивание окислительно-восстановительной реакции методом электронного баланса – **4 балла**.
5. За определение структурной формулы ментола – **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, E** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За правильно установленные структурные формулы веществ **F, G, H, I** по 3 балла – всего **12 баллов**.
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **J, K** по 5 баллов – всего **10 баллов**.

Итого: 32 балла

Задача 3.

1. За правильно установленные слова 1-9 по 1 баллу – всего **9 баллов**.
2. За правильно указанную формулу любого гидроксида – **1 балл**.

Итого: 10 баллов

Задача 4.

1. За расчет молярности и нормальности анионов по 2 балла – всего 4 балла
2. За указание возможности протекания диссоциации и гидролиза – 2 балла.

3. За правильный расчет рН раствора – 5 баллов.
4. За указание кислотности раствора – 1 балл.
5. За графическую формулу – 2 балла
6. За вещества X1 и X2 с названиями – по 1 баллу, без названий – по 0,5 балла – 2 балла
7. За уравнения реакций по 2 балла – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задача 5.

1. За правильно установленные формулы соединений А-Б и элемента X по 2 балла – 6 баллов
2. За расчет изменения давления при понижении температуры и при осуществлении реакции (по отдельности) – по 1,5 балла – 3 балла
3. За расчет состава смеси – 3 балла
4. За уравнение реакции димеризации – 1 балл
5. За ответ на вопрос о причине изменения давления – 1 балл
6. За расчет выхода продукта – 2 балла
7. За ответ на вопрос о причине димеризации – 2 балла
8. За ответ на вопрос об изменении окраски газа – 1 балл
9. За ответ на вопрос о димеризации NO – 1 балл

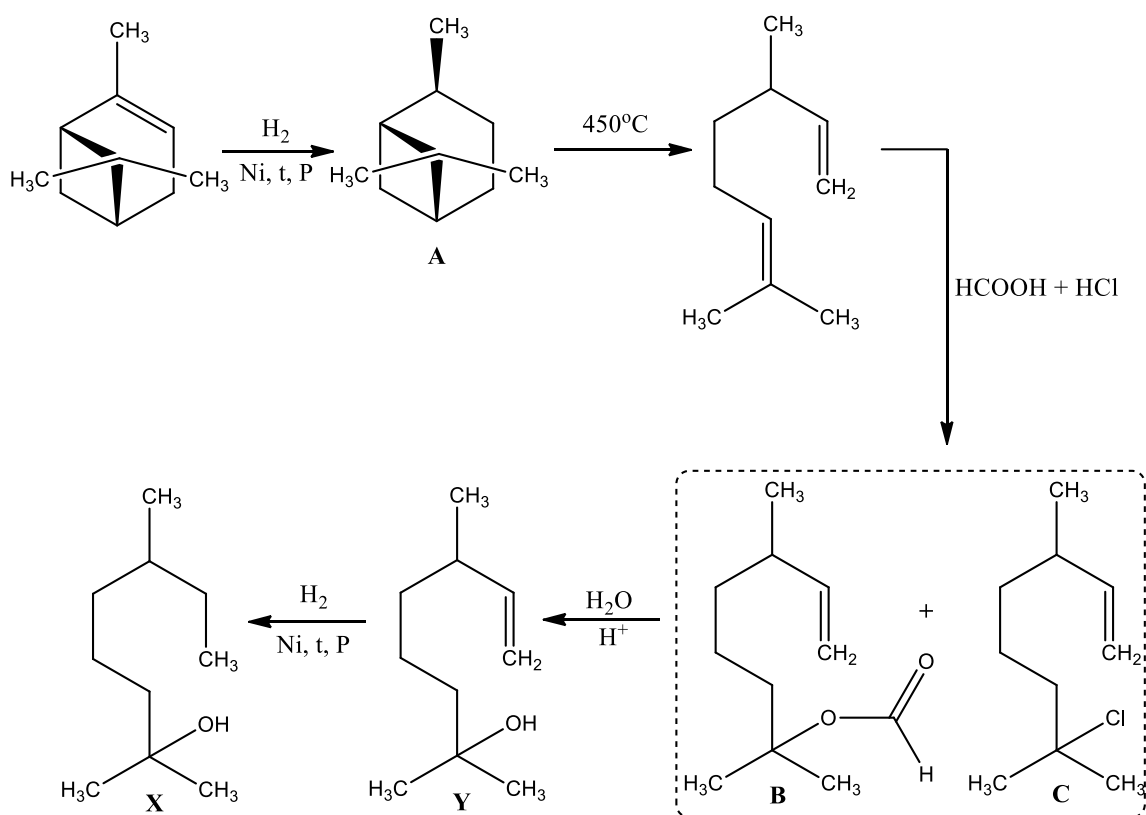
Итого: 20 баллов

Химия. 10 класс
Решения заданий

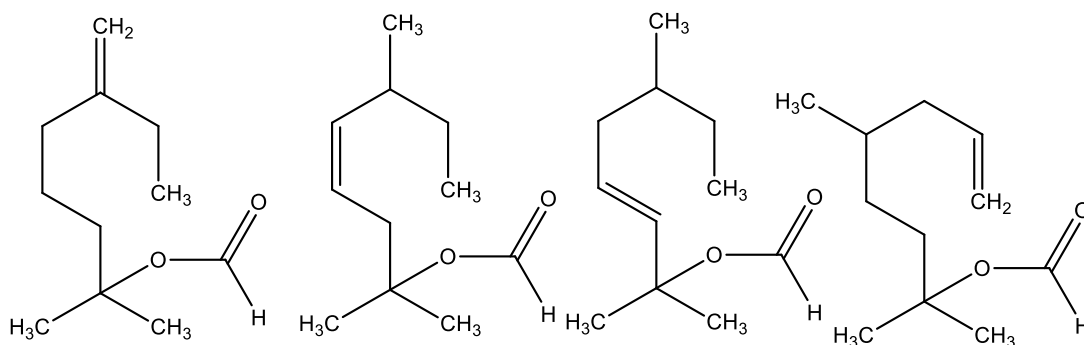
Вариант 4

Задача 1.

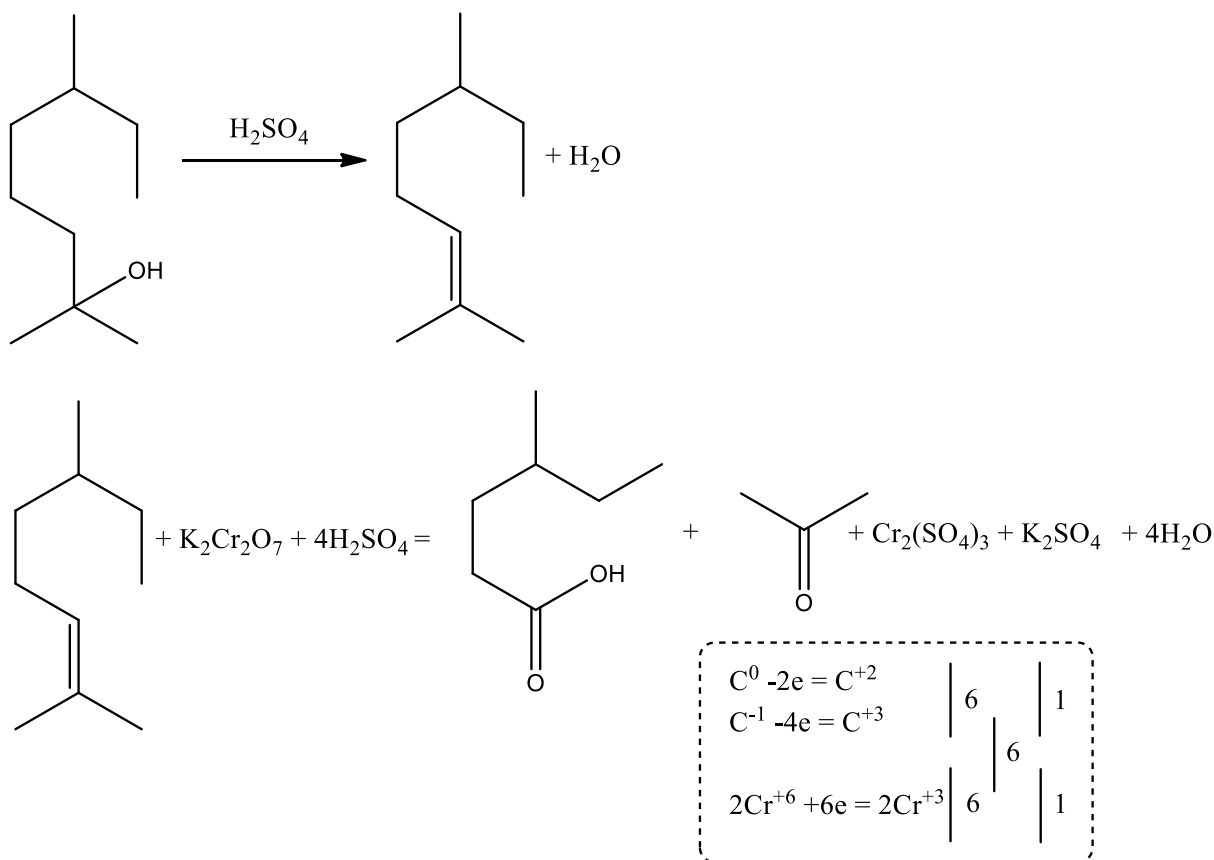
1. При каталитическом гидрировании α -пинена образуется *цис*-пинан (**A**), при нагревании которого получается диен известного строения. Обработка диена смесью муравьиной и соляной кислот приводит к образованию соединений **B** и **C** соответственно. Продуктом гидролиза **B** и **C** является спирт **Y**, гидрирование которого приводит к образованию тетрагидромирценола:



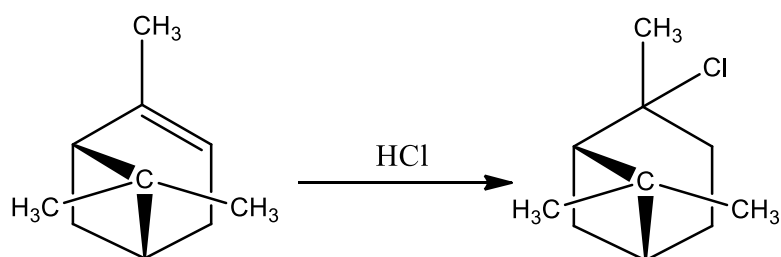
2. Структурные формулы изомеров **B**:



3. При обработке концентрированной серной кислотой соединения **X** образуется алкен, который и подвергается окислению:



4. Гидрогалогенирование α -пинена приводит к образованию 2-хлорпинана. Реакция идет по правилу Марковникова:

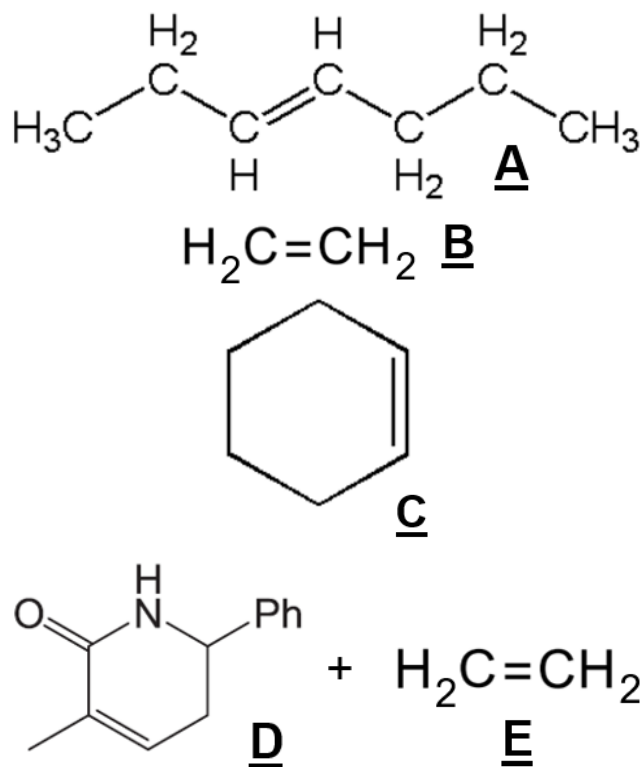


Задача 2.

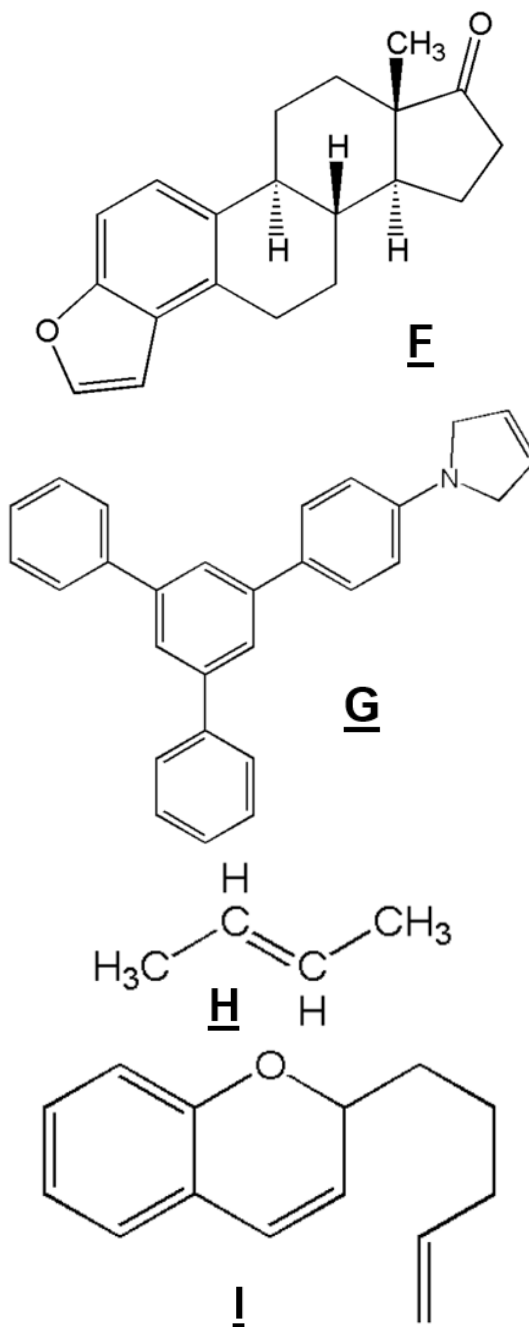
1. Реакция 1 представляет из себя классический пример метатезиса двух неразветвлённых алкенов – бутена-2 и гептена-3, в ходе которого образуются два других неразветвлённых алкена – пентен-2 и гексен-2. Реакция 2 протекает аналогичным образом, хотя в неё и вступают два более сложных соединения, одно из которых является защищённым по азоту производным имидазола, а второе – п-метоксистиролом. Поскольку оба исходных

субстрата являются терминальными алкенами, в качестве второго органического продукта образуется этилен.

Реакция 3 – пример так называемого «ring-closing metathesis», т.е. метатезиса с образованием циклоалкена – циклогексена. Поскольку реакция протекает внутримолекулярно, а двойные связи в исходном диене являются терминальными, в качестве второго продукта снова выделяется этилен. Реакция 4 – пример аналогичного превращения, реализующегося для амида.

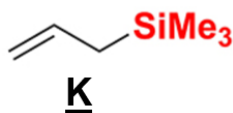


2. Реакции 5 и 6 также являются примерами метатезиса, сопровождающегося циклизацией. В реакции 7, наоборот, происходит раскрытие цикла: в результате реакции циклогексена и бутена-2 образуется декадиен-2,8. В то же время в реакции 8 происходит раскрытие одного цикла, сопровождающееся образованием другого, в результате чего исходное производное стирола перегруппировывается в изомерный ему гетероциклический диен.



3. В двух последних реакциях в ходе метатезиса происходит катализируемая комплексами ванадия полимеризация, в обоих случаях сопровождающаяся раскрытием цикла.

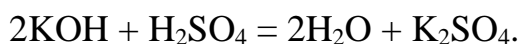




Задача 3.

1. Продукт полимеризации изопрена – это **каучук**.
2. Радиоактивный металл, открытый Марией Склодовской-Кюри – это **радий**.
3. Неразветвлённый циклоалкан, содержащий 6 атомов в цикле – это **циклогексан**.
4. Процесс присоединения электрона – это **восстановление**.
5. Реакция этилена с раствором Br₂ в четырёххлористом углероде – это **присоединение**.
6. Экамарганец – это **технеций**.
7. n-C₄H₉OH – это **бутанол**.
8. Международный союз теоретической и прикладной химии – это **ИЮПАК**.
9. Первый благородный газ в таблице Менделеева – это **гелий**.

Таким образом, в клетках, выделенных жирным, загадано слово «уравнение». К химическим уравнениям можно отнести, к примеру, уравнение реакции нейтрализации раствора КОН серной кислотой:

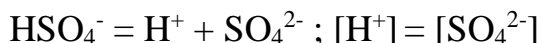


Задача 4.

1. Катион, окрашивающий пламя горелки в фиолетовый цвет, скорее всего калий. Его сосед по группе – натрий или рубидий, но поскольку он находится в одном периоде с X, порядковый номер которого совпадает с номером группы, то это однозначно элемент третьего периода, т.е. натрий. X тогда может быть кремнием, фосфором или серой. Однако указание на растворимую кислую соль и четное значение высшей степени окисления, а также сравнительно высокое значение второй константы диссоциации приводит к сере. Значит, соли – NaHSO₄ и KHSO₄.
2. Сначала необходимо определить количество моль гидросульфатов натрия и калия в исходном растворе: поскольку фактор эквивалентности гидросульфат-ионов в этом случае равен 1, то нормальность совпадет с молярностью, которая

вследствие эквимольности одинакова для каждой соли и равна 0,1 М. Найдем массу солей: $0,1 \cdot 120 \text{ г/моль} = 12,0 \text{ г}$; $0,1 \cdot 136 \text{ г/моль} = 13,6$.

3. Найдем pH полученного раствора:



$$K_{II} = [\text{H}^+]^2 / [\text{HSO}_4^-]$$

$$[\text{H}^+] = (K_{II} \cdot [\text{HSO}_4^-])^{1/2}$$

Пусть $[\text{H}^+] = x$, тогда $[\text{HSO}_4^-] = C_{\text{HSO}_4} - [\text{H}^+] = 0,2 - x$, отсюда

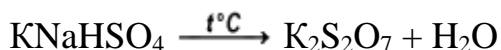
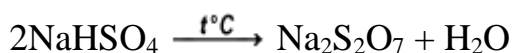
$$x^2 = 0,01 \cdot (0,2 - x) = 0,002 - 0,01x$$

Решим квадратное уравнение: $x = 0,04$

$\text{pH} = 1,40$. Среда кислая.

4. Реакции разложения солей

При температуре 250-300 °С:



При температуре выше 500 °С:



Задача 5.

1. Примем массу элемента X за а, а число атомов кислорода в составе А за х, а в составе В – за у. Тогда отношение массовых долей X можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X):

$$(a+16y) / (a+16x) = 1,533$$

$$\text{Отсюда } 0,533 a = 16y - 24,53x$$

x	y	a	X
1	2	14,0	N – подходит, образует оксиды NO и NO₂
1	3	44,0	-
2	3	<0	-
2	4	28,0	Si – не соответствует условиям задачи, поскольку не образует газообразных при н.у. оксидов

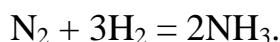
Определим элемент Y. Количество электронов в атоме равно количеству протонов, но поскольку масса электрона в 1836 раз меньше массы протона, то $5,45 \cdot 10^{-4} \text{ г} \cdot 1836 = 1 \text{ г}$, т.е. в атоме нет нейтронов. Это характерно для единственного элемента – водорода.

Итак, X – азот, Y – водород, A – NO, B – NO₂.

2. Очевидно B – N₂, Г – H₂. По условию, в исходной смеси содержалось 82,35 % (мас.) N₂ и 17,65 % (мас.), найдем их молярное отношение:

Пусть масса смеси 100 г, тогда $17,65/2 = 8,825$ моль H₂ и $82,35/28 = 2,941$ моль N₂,

а их отношение 3:1, что соответствует стехиометрии реакции



Пусть исходное число моль N₂ равно x, тогда число моль H₂ – 3x, а общее число молей - 4x. Реакция обратимая и протекает не до конца.

Пусть в реакцию вступило y моль N₂, тогда израсходовано 3y моль H₂, и образовалось 2y моль NH₃. В полученной смеси содержатся:

$n(\text{N}_2) = x - y$, $n(\text{H}_2) = 3x - 3y$, $n(\text{NH}_3) = 2y$, общее число молей $n_{\text{общ}} = (x-y) + (3x-3y) + 2y = 4x-2y$.

Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов.

Поскольку общее давление упало на 10 %, то оно составляет 90 % от начального:

$$P/P_{\text{начал.}} = 0,9 = n_{\text{общ}}/n_{\text{общ (начал)}} = 4x-2y / 4x, \text{ откуда } y = 0,2x.$$

Объемные доли газов в конечной смеси равны их молярным долям:

$$\varphi(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) / n_{\text{общ}} = (x-0,2x)/(4x-2 \cdot 0,2x) \cdot 100\% = 22,22 \%,$$

$$\varphi(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) / n_{\text{общ}} = (3x-3 \cdot 0,2x)/(4x-0,4x) \cdot 100 \% = 66,67 \%,$$

$$\varphi(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) / n_{\text{общ}} = (2 \cdot 0,2x)/(4x-0,4x) \cdot 100 \% = 11,11 \%,$$

Выход NH₃ равен $n(\text{NH}_3) / 2n(\text{N}_2)_{\text{начал.}} = (2 \cdot 0,2x)/2x = 0,2$ или 20 %.

2. Реакция каталитическая. Процесс проводят при высокой температуре для увеличения скорости реакции («розжига» катализатора). Поскольку реакция идет с понижением объема, если увеличить давление, равновесие сместится в сторону продуктов, а выход продукта, вырастет.

Химия. 10 класс
Критерии оценивания

Вариант 4

Задача 1.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, Y, X** по 2 балла – всего **8 баллов**.
2. За правильно написанные формулы изомеров вещества **B** по 0.5 балла – всего **2 балла**.
3. За уравнения реакции взаимодействия **X** с серной кислотой, а также реакции окисления полученного алкена по 1 баллу – всего **2 балла**.
4. За уравнивание окислительно-восстановительной реакции методом электронного баланса – **4 балла**.
5. За определение структурной формулы 2-хлорпинана – **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, E** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За правильно установленные структурные формулы веществ **F, G, H, I** по 3 балла – всего **12 баллов**.
3. За правильно установленные структурные формулы веществ **J, K** по 5 баллов – всего **10 баллов**.

Итого: 32 балла

Задача 3.

1. За правильно установленные слова 1-9 по 1 баллу – всего **9 баллов**.
2. За правильно написанное химическое уравнение – **1 балл**.

Итого: 10 баллов

Задача 4.

1. За установление **X, Y** и **Z** – по 2 балла – всего 6 баллов
2. За расчет массы солей по 2 балла – всего 4 балла

3. За правильный расчет рН раствора – 5 баллов, если в расчете пренебрегли нахождением равновесной концентрации гидросульфат-иона и использовали вместо нее исходную, - 2 балла.
4. За определение кислотности раствора – 1 балл.
5. За уравнения реакций разложения - по 1 баллу – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задача 5.

1. За правильно установленные формулы соединений А-Г и элементов Х, Y по 2 балла – 12 баллов
2. За расчет состава смеси – 4 балла
3. За расчет выхода продукта – 2 балла
4. За ответ на вопрос о влиянии температуры – 2 балла

Итого: 20 баллов

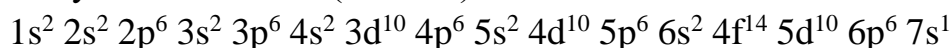
Химия. 11 класс
Решения заданий

Вариант 1

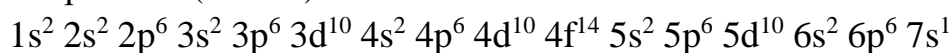
Задача 1.

1. Электронная конфигурация атома франция:

по правилу Клечковского (2 балла):



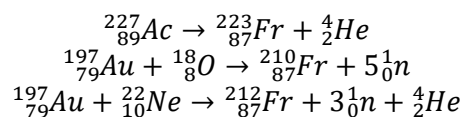
другие варианты (1 балл)



или

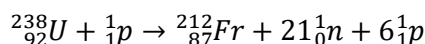


2. Уравнения ядерных реакций 1 – 3:



Отсюда **X**, **Y** и **Z** равны 223, 210 и 212 соответственно.

3. Уравнение реакции скалывания:



К нуклонам относятся протоны и нейтроны. По условию задачи 6 выделяющихся в ходе ядерной реакции нуклонов имеют заряд. Соответственно, эти 6 нуклонов являются протонами, а оставшиеся 21 - нейтронами.

4. Определим количество вещества франция:

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{1.34 \cdot 10^9}{6.02 \cdot 10^{23}} = 2.23 \cdot 10^{-15} \text{ моль}$$

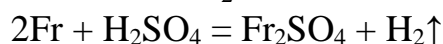
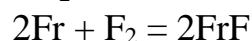
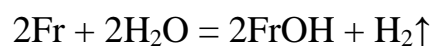
Определим массу франция-210:

$$m = \nu \cdot M = 2.23 \cdot 10^{-15} \text{ моль} \cdot 210 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 4.67 \cdot 10^{-13} \text{ г}$$

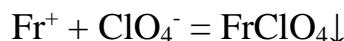
Найдем объем образца:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{4.67 * 10^{-13} \text{ г}}{2,48 \text{ г/см}^3} = 1.88 * 10^{-13} \text{ см}^3$$

5. Уравнения химических реакций франция:



6. Сокращенное ионное уравнение реакции осаждения:



Найдем массовую долю франция в осадке:

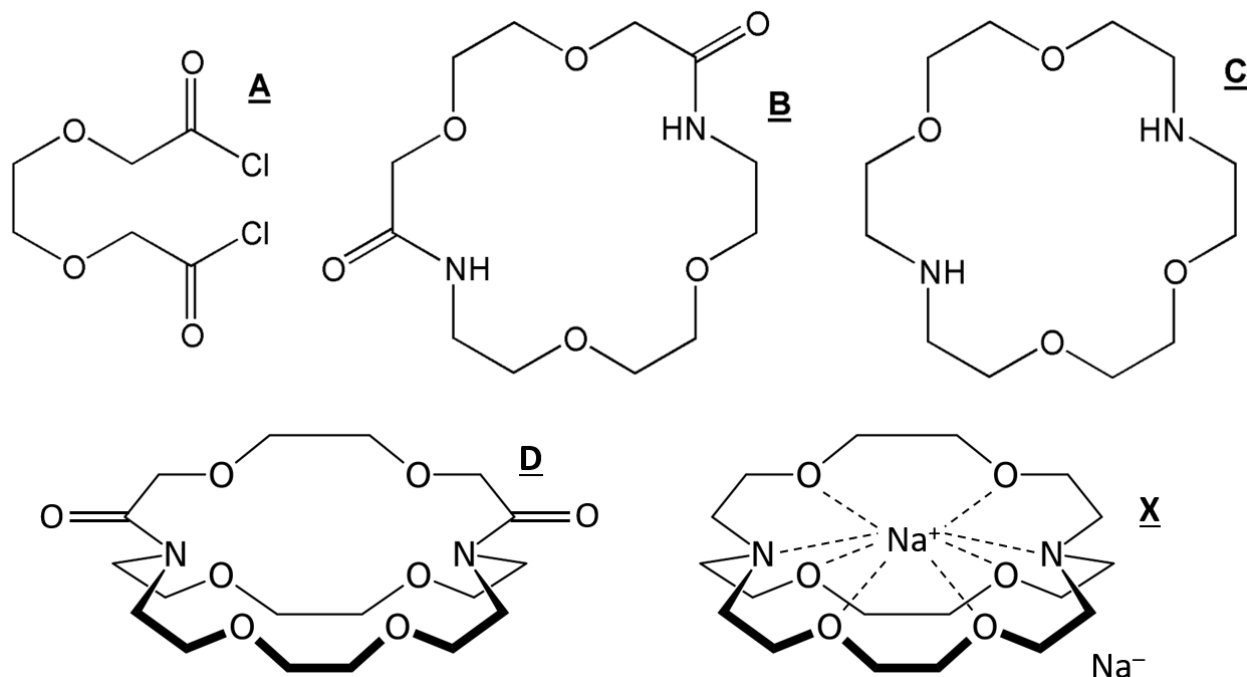
$$Mr(\text{FrClO}_4) = 223 + 35.5 + 16 * 4 = 322.5$$

$$w(\text{Fr}) = \frac{223 * 100\%}{322.5} = 69,15\%$$

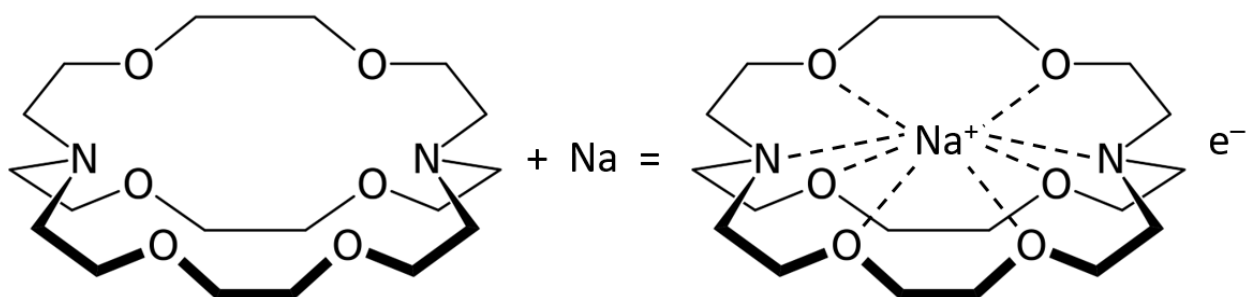
Задача 2.

1. При обработке исходной дикарбоновой кислоты пентахлоридом фосфора образуется её дихлорангидрид **A**. Реакция дигалогенангидридов карбоновых кислот с диаминами – классический пример нуклеофильного замещения у карбонильного атома углерода – может приводить к полиамамидам, однако, поскольку [2.2.2]криптандин является полимером и содержит при этом два цикла, можно заключить, что в следующей реакции дихлорангидрид реагирует с диамином с образованием десятичленного циклического диамида **B**, восстановление которого алюмогидридом лития на следующей стадии приводит к диамину **C**.

Реакция **C** с ещё одним эквивалентом дихлорангидрида **A** сопровождается замыканием бициклической системы и образованием диамида **D**, который далее восстанавливается дибораном до искомого [2.2.2]-криптандин. Реакция последнего с избытком натрия в жидком этилаmine приводит к натриду **X** – первому из синтезированных алкалидов.

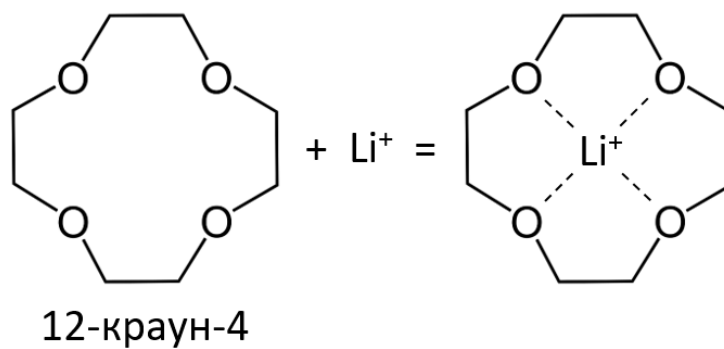


2. Если при проведении реакции использовать эквимольные количества [2.2.2]криптана и натрия, высвобождающиеся в процессе электроны не будут реагировать с Na и образовывать алкарид-анионы, поскольку весь натрий будет связываться в комплекс с органическим лигандом. В результате вместо алкарида образуется т.н. «электрид» – солеобразное соединение, в котором в качестве аниона выступает электрон:

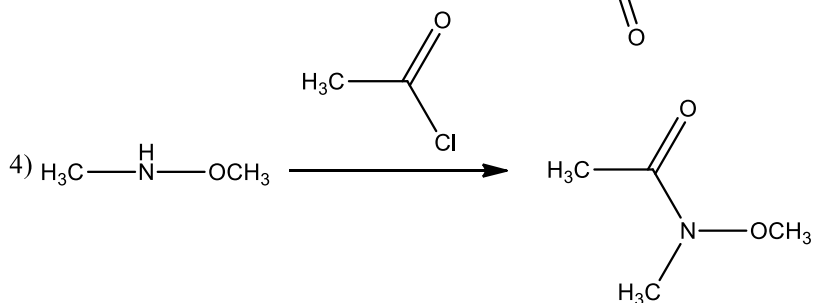
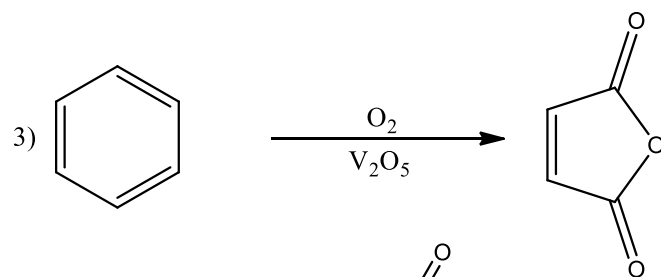
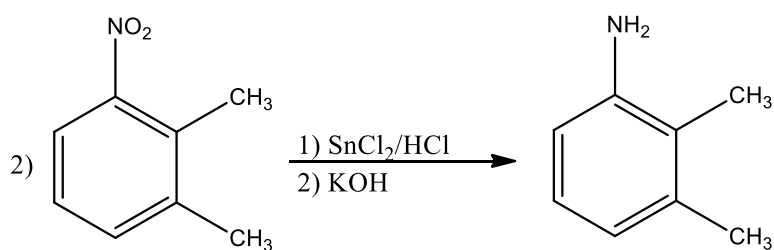
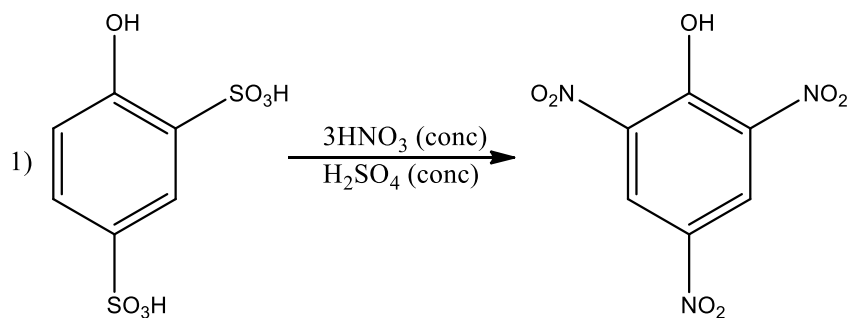


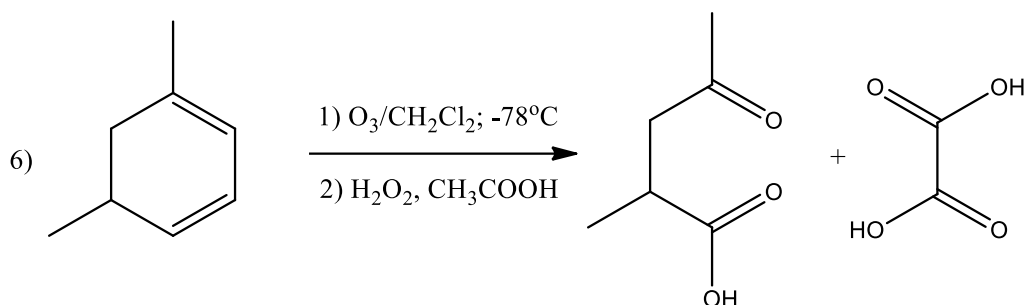
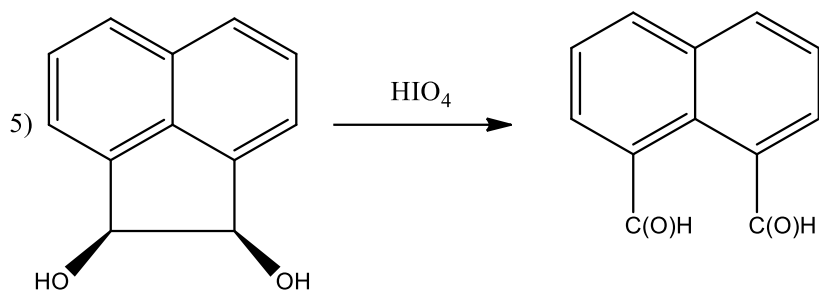
3. ThI_3 является неорганическим электридом. В кристаллической решётке этого соединения Th^{3+} переходит в более стабильную степень окисления Th^{4+} , высвобождая при этом электрон, что и обуславливает появление электропроводности у ThI_3 . Таким образом, более корректной формулой для ThI_3 является $\text{Th}^{4+}(\text{I}^-)_3(\text{e}^-)$.

4. Катионы лития наилучшим образом связываются молекулами 12-краун-4, поскольку размер полости этой молекулы (1.2-1.5 Å) сопоставим с диаметром иона Li^+ (1.36 Å):



Задача 3.



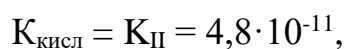


Задача 4.

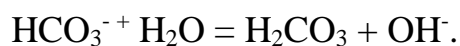
1. Согласно условию, смесь гидрокарбоната и карбоната натрия содержит одинаковое количество моль анионов, значит, число моль натрия в первой соли в 2 раза меньше, чем во второй. Примем это количество за x , а объем раствора за 1 л, тогда масса натрия равна $23 \cdot (x + 2x) = 5,2$ г. Откуда $x = 0,075$ моль, а молярные концентрации NaHCO_3 и Na_2CO_3 0,075 М. Поскольку фактор эквивалентности HCO_3^- в этом случае равен 1, то его нормальность совпадет с молярностью. Для карбонат-ионов фактор эквивалентности равен 0,5, поэтому его нормальность – 0,15 н.

2. Рассчитаем навески NaHCO_3 и $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ для приготовления 800 мл раствора: $m(\text{NaHCO}_3) = 0,075 \cdot 0,8 \cdot 84 = 5,04$ г;
 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,075 \cdot 0,8 \cdot 286 = 17,16$ г.

3. NaHCO_3 – амфолит, что означает, что он взаимодействует с водой и как кислота



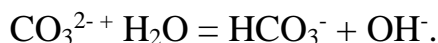
и как основание (подвергается гидролизу):



Константу гидролиза HCO_3^- можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 4,5 \cdot 10^{-7} = 2,22 \cdot 10^{-8}.$$

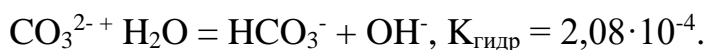
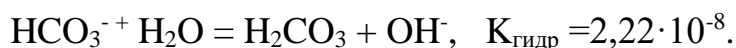
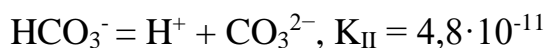
CO_3^{2-} участвует только в процессе гидролиза:



Константу гидролиза CO_3^{2-} можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{II}} = 1 \cdot 10^{-14} / 4,8 \cdot 10^{-11} = 2,08 \cdot 10^{-4}.$$

Итак, в растворе возможно протекание следующих реакций:



Из сравнения величин констант видно, что первыми двумя процессами можно пренебречь. Общая кислотность раствора будет определяться гидролизом карбонат-ионов, а среда будет щелочная.

Тогда

$$K_{\text{гидр}} = [\text{OH}^-] \cdot [\text{HCO}_3^-] / [\text{CO}_3^{2-}], \text{ причем } [\text{CO}_3^{2-}] = C_{\text{CO}_3} - [\text{OH}^-].$$

Примем $[\text{OH}^-]$ за x , тогда $[\text{CO}_3^{2-}] = 0,075 - x$, а $[\text{HCO}_3^-] = 0,075 + x$, отсюда

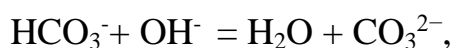
$$(0,075 + x) \cdot x = 2,08 \cdot 10^{-4} \cdot (0,075 - x)$$

Решим квадратное уравнение:

$$x = [\text{OH}^-] = 0,002. [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-14} / 0,002 = 5,0 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л.}$$

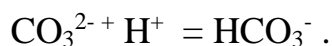
$\text{pH} = 11,3$. Среда сильнощелочная.

4. При добавлении щелочи протекает реакция:



т.е. гидроксид-ионы нейтрализуются гидрокарбонат-ионами, а поскольку в растворе и так присутствуют карбонат-ионы pH системы мало изменяется.

Аналогично при добавлении кислоты идет процесс нейтрализации и pH также не изменяется:



Такие растворы называют буферными и широко используют в химии и биологии для поддержания постоянного значения рН.

Задача 5.

1. Примем массу элемента X за a , а число атомов кислорода в составе А за x , а в составе В – за y . Тогда массовые доли кислорода в А и В можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X), соответственно:

$$\omega(\text{O})_{\text{A}} = 16x/(a+16x),$$

$$\omega(\text{O})_{\text{B}} = 16y/(a+16y).$$

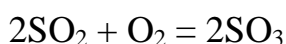
Поскольку В образуется из А при взаимодействии с кислородом, $y > x$, тогда

$$\omega(\text{O})_{\text{B}} / \omega(\text{O})_{\text{A}} = 16y/(a+16y) / 16x/(a+16x) = 1,2.$$

Откуда $a = 3,2 xy / (y-1,2x)$.

x	y	a	X
1	2	8	-
1	3	5,3	-
2	3	32	S – подходит, образует оксиды SO₂ и SO₃
2	4	16	-

2. По условию, в исходной смеси содержалось 33,3 % (мас.) кислорода и 66,7 % (мас.) SO₂ + SO₃. Пусть масса смеси 100 г, тогда в ней 1,04 моль O₂ и $66,7/((64+80)/2) = 0,93$ моль SO₂ и 0,93 моль SO₃. Пусть исходное число моль SO₂ и SO₃ равно x , тогда $n(\text{O}_2)_{\text{исх}} = 1,04/0,93 x = 1,12 x$, а общее начальное число молей: $2x+1,12 x = 3,12 x$.



Пусть в реакцию вступило y моль O₂, тогда израсходовано $2y$ моль SO₂, и образовалось $2y$ моль SO₃. В полученной смеси содержатся:

$$n(\text{SO}_2) = x - 2y,$$

$$n(\text{O}_2) = 1,12x - y,$$

$$n(\text{SO}_3) = x + 2y,$$

$$\text{общее число молей } n_{\text{общ}} = (x - 2y) + (1,12x - y) + x + 2y = 3,12x - y.$$

Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов. Поскольку общее давление упало на 15 %, то оно составляет 85 % от начального:

$$P/P_{\text{начал.}} = 0,85 = n_{\text{общ}}/n_{\text{общ}}(\text{начал.}) = (3,12x - y) / 3,12x, \text{ откуда } y = 0,468x.$$

Объемные доли газов в конечной смеси равны их мольным долям (χ_i):

$$\varphi(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{x - 2 \cdot 0,468x}{3,12x - 0,468x} \cdot 100\% = 2,4\%,$$

$$\varphi(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{1,12x - 0,468x}{2,652x} \cdot 100\% = 24,6\%,$$

$$\varphi(\text{SO}_3) = n(\text{SO}_3) / n_{\text{общ}} = \frac{x + 2 \cdot 0,468x}{2,652x} \cdot 100\% = 73,0\%,$$

Рассчитаем константу равновесия реакции:

$$K = p^2(\text{SO}_3) / p^2(\text{SO}_2) \cdot p(\text{O}_2), \text{ где } p - \text{ парциальное давление}$$

$$p_i = \chi_i \cdot P_{\text{общ}}$$

$$K = 0,73^2 / ((0,024)^2 \cdot 0,246 \cdot 101,3 \cdot 10^3) = 0,037 \text{ Па}$$

3.

[A], М	[O ₂], М	Начальная скорость
0,25	0,4	0,167
0,25	0,2	0,118
0,75	0,2	1,062

$$v = k [\text{SO}_2]^n [\text{O}_2]^m$$

$$\text{Из сравнения строчек 1 и 2 имеем: } 0,167/0,118 = (0,4/0,2)^n,$$

$$m = \lg 1,415 / \lg 2 = 0,5;$$

$$\text{Из сравнения строчек 2 и 3 имеем: } 1,062/0,118 = (0,75/0,25)^m,$$

$$n = \lg 9 / \lg 3 = 2.$$

$$k = 0,167 / (0,25^2 \cdot 0,4^{0,5}) = 4,23.$$

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

Вариант 1

Задача 1.

1. За правильно написанную электронную конфигурацию атома франция – **2 балла**.
2. За уравнения ядерных реакций 1 – 3 и установление **X, Y, Z** по 1 баллу – всего **6 баллов**.
3. За уравнение реакции скалывания – **2 балла**.
4. За установление объема образца франция-210 – **3 балла**.
5. За уравнения реакций франция с водой, фтором и серной кислотой по 1 баллу – всего **3 балла**.
6. За сокращенное ионное уравнение реакции осаждения франция из раствора и определение массовой доли франция в полученном осадке по 1 баллу – всего **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, X** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За уравнение реакции эквимольных количеств натрия и [2.2.2]-криптанда – **5 баллов**.
3. За описание возможной причины появления электропроводности у ThI_3 – **5 баллов**.
4. За уравнение реакции 12-краун-4 с Li^+ – **4 балла**.

Итого: 24 балла

Задача 3.

1. За определение основных органических продуктов в реакциях 1 – 6 по 3 балла – всего **18 баллов**.

Итого: 18 баллов

Задача 4.

1. За расчет молярности и нормальности - 3 балла

2. За расчет навесок – 3 балла
3. За указание возможности протекания диссоциации и гидролиза – 3 балла.
4. За правильный расчет рН раствора – 5 баллов.
5. За указание кислотности раствора – 1 балл.
6. За уравнения реакций - 2 балла.
7. За объяснение неизменности рН – 2 балла
8. За буферные растворы и их применение – 1 балл

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленные формулы соединений А, Б и элемента Х по 2 балла – 6 баллов
2. За расчет состава смеси – 3 балла
3. За расчет константы равновесия – 4 балла
4. За расчет порядков реакции по 2 балла – 4 балла
5. За расчет константы скорости – 3 балла

Итого: 20 баллов

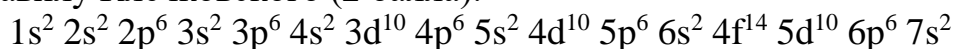
Химия. 11 класс
Решения заданий

Вариант 2

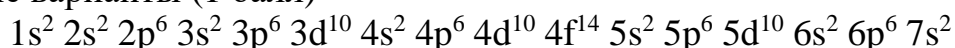
Задача 1.

1. Электронная конфигурация атома радия:

по правилу Клечковского (2 балла):



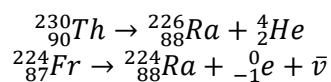
другие варианты (1 балл)



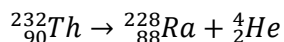
или



2. Уравнения ядерных реакций 1 – 3:

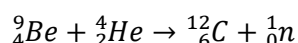


(отсутствие антинейтрино не является ошибкой при оценивании)



Отсюда **X**, **Y** и **Z** равны 226, 224 и 228 соответственно.

3. Уравнение реакции взаимодействия бериллия-9 с гелием-4:



4. Определим количество вещества радия:

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{2.31 \cdot 10^{11}}{6.02 \cdot 10^{23}} = 3.84 \cdot 10^{-13} \text{ моль}$$

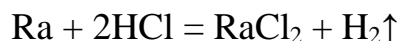
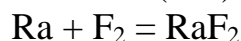
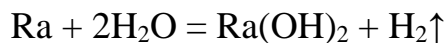
Определим массу радия-226:

$$m = \nu \cdot M = 3.84 \cdot 10^{-13} \text{ моль} \cdot 226 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 8.67 \cdot 10^{-11} \text{ г}$$

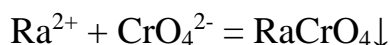
Найдем объем образца:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{8.67 * 10^{-11} \text{ г}}{5,5 \text{ г/см}^3} = 1.58 * 10^{-11} \text{ см}^3$$

5. Уравнения химических реакций радия:



6. Сокращенное ионное уравнение реакции осаждения:



Найдем массовую долю радия в осадке:

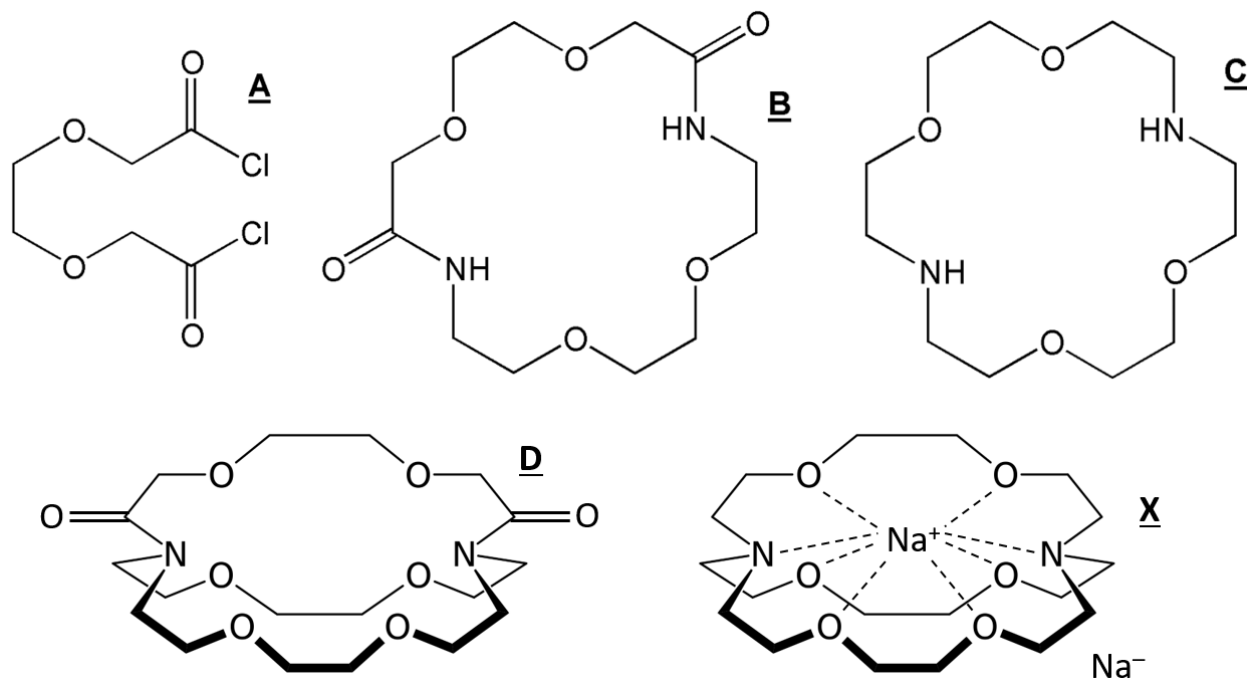
$$Mr(\text{RaCrO}_4) = 226 + 52 + 16 * 4 = 342$$

$$w(\text{Ra}) = \frac{226 * 100\%}{342} = 66,08\%$$

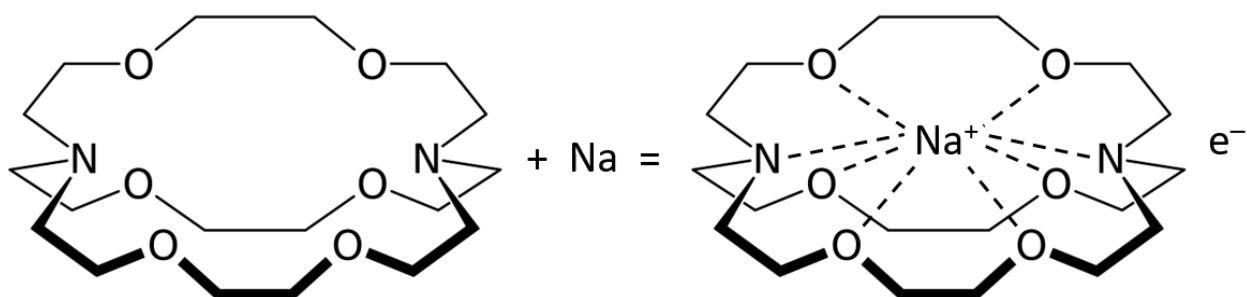
Задача 2.

1. При обработке исходной дикарбоновой кислоты пентахлоридом фосфора образуется её дихлорангидрид **A**. Реакция дигалогенангидридов карбоновых кислот с диаминами – классический пример нуклеофильного замещения у карбонильного атома углерода – может приводить к полиамидам, однако, поскольку [2.2.2]криптант не является полимером и содержит при этом два цикла, можно заключить, что в следующей реакции дихлорангидрид реагирует с диамином с образованием десятичленного циклического диамида **B**, восстановление которого алюмогидридом лития на следующей стадии приводит к диамину **C**.

Реакция **C** с ещё одним эквивалентом дихлорангидрида **A** сопровождается замыканием бициклической системы и образованием диамида **D**, который далее восстанавливается дибораном до искомого [2.2.2]-криптанда. Реакция последнего с избытком натрия в жидком этилаmine приводит к натриду **X** – первому из синтезированных алкалидов.

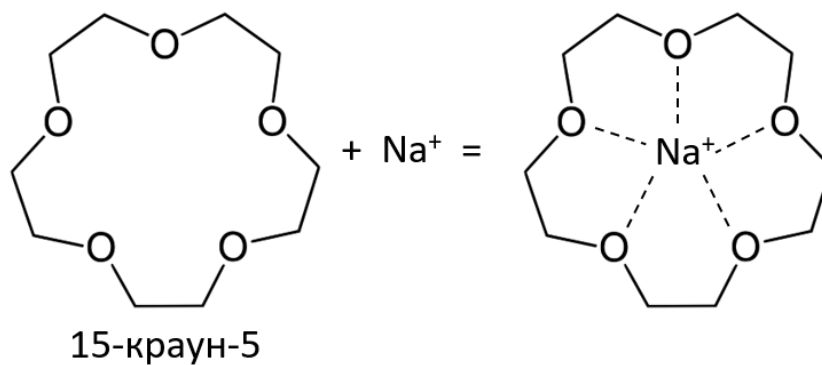


2. Если при проведении реакции использовать эквимольные количества [2.2.2]криптана и натрия, высвобождающиеся в процессе электроны не будут реагировать с Na и образовывать алкарид-анионы, поскольку весь натрий будет связываться в комплекс с органическим лигандом. В результате вместо алкарида образуется т.н. «электрид» – солеобразное соединение, в котором в качестве аниона выступает электрон:

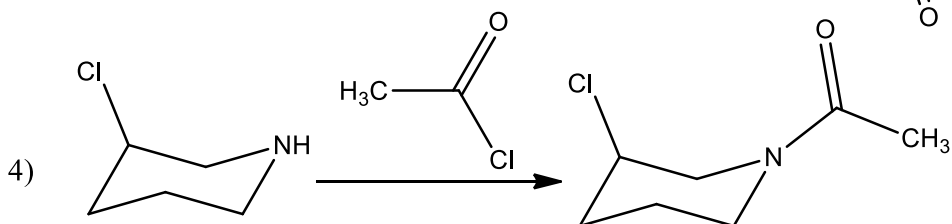
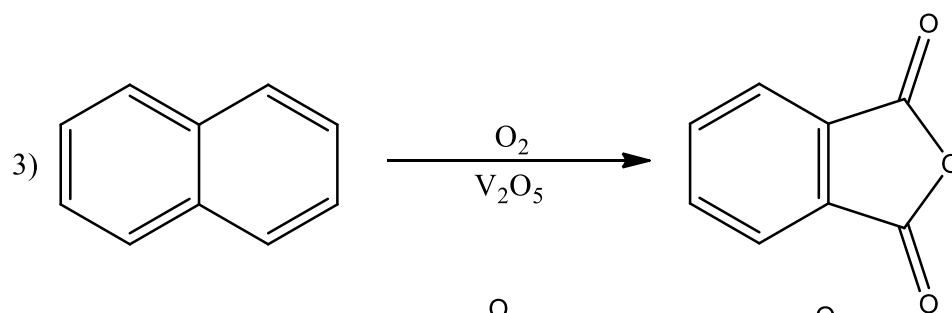
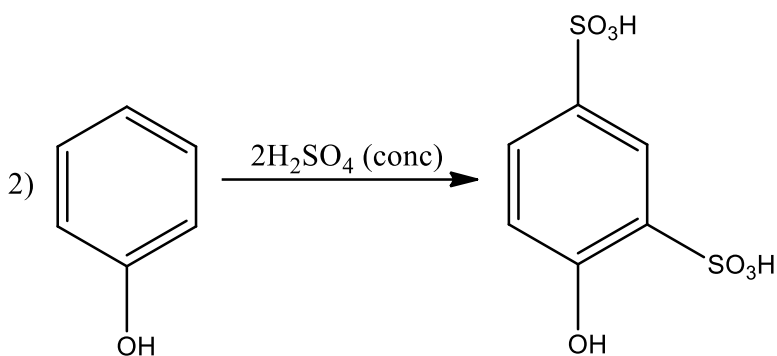
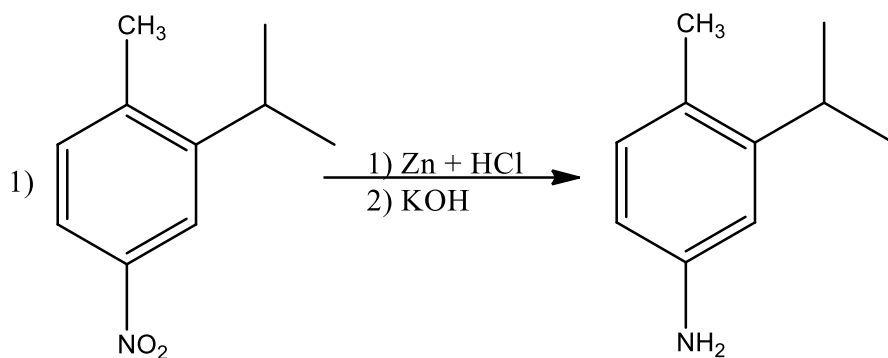


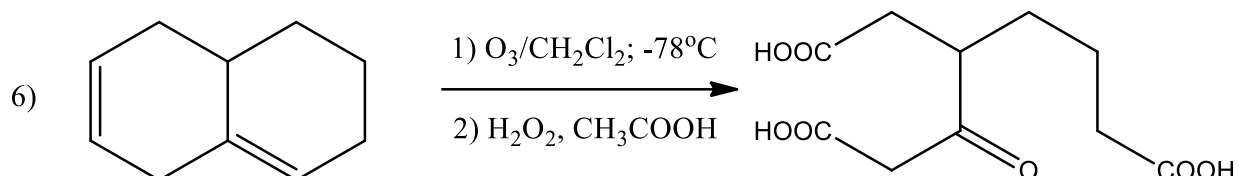
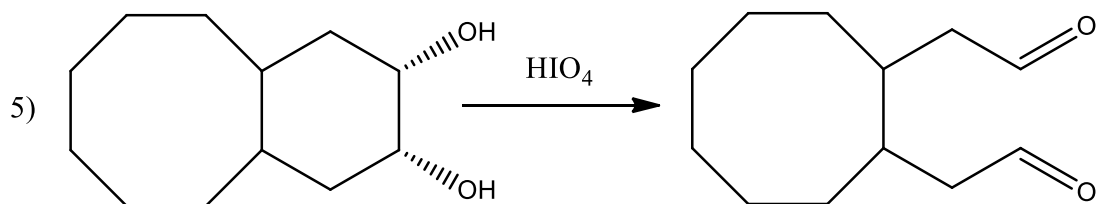
3. LaI_2 является неорганическим электридом. В кристаллической решётке этого соединения La^{2+} переходит в более стабильную степень окисления La^{3+} , высвобождая при этом электрон, что и обуславливает появление электропроводности у LaI_2 . Таким образом, более корректной формулой для LaI_2 является $\text{La}^{3+}(\text{I}^-)_2(e^-)$.

4. Катионы натрия наилучшим образом связываются молекулами 15-краун-5, поскольку размер полости этой молекулы (1.7-2.2 Å) сопоставим с диаметром иона Na^+ (1.9 Å):



Задача 3.





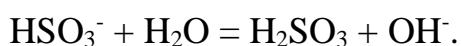
Задача 4.

1. Определим количество молей гидросульфитов натрия и калия в исходном растворе: $20,8 \text{ г} / 104 \text{ г/моль} = 0,20 \text{ моль}$; $18,0 \text{ г} / 120 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$. Общее количество молей анионов: $0,20 \text{ моль} + 0,15 \text{ моль} = 0,35 \text{ моль}$. Общий объем полученного раствора – 2 л. Найдем концентрацию полученного раствора: $0,35 \text{ моль} / 2,000 \text{ л} = 0,175 \text{ М}$. Следовательно, молярность полученного раствора равна $0,175 \text{ М}$. Поскольку фактор эквивалентности в этом случае равен 1, то нормальность совпадет с молярностью.

2. Найдем pH полученного раствора. HSO_3^- -ионы могут как отщеплять ион водорода:



так и подвергаться гидролизу:



Константа первого процесса

$$K_{\text{II}} = [\text{H}^+]^2 / [\text{HSO}_3^-]$$

равна, согласно условию, $K_{\text{II}} = 6,2 \cdot 10^{-8}$

Константу гидролиза можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 1,4 \cdot 10^{-2} = 7,1 \cdot 10^{-13}.$$

Разница в 5 порядков между константами позволяет пренебречь процессом гидролиза в данных условиях. Для расчета pH ограничимся только процессом

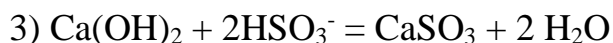
диссоциации. Поскольку K_{II} для сернистой кислоты очень мала, можно принять $[\text{HSO}_3^-] = C_{\text{H}_2\text{SO}_3}$, тогда

$$[\text{H}^+] = (K_{II} \cdot [\text{HSO}_3^-])^{1/2}$$

$$[\text{H}^+] = (6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,175)^{0,5} = 1,04 \cdot 10^{-4}$$

$\text{pH} = 3,98$. Среда слабокислая.

3. Гидроксид кальция будет вступать в реакцию:



Определим число моль добавленного $\text{Ca}(\text{OH})_2$:

$2 \text{ г} / 74 \text{ г/моль} = 0,027 \text{ моль}$ – значит, HSO_3^- ионы в избытке и весь гидроксид кальция вступит в реакцию.

Определим, выпадет ли осадок CaSO_3 :

$$[\text{Ca}^{2+}] = n/V = 0,027/2 = 0,013$$

$$[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_3^{2-}] = 0,013 \cdot 0,013 = 1,7 \cdot 10^{-4} > \text{PP}(\text{CaSO}_3) \text{ – осадок образуется}$$

4. В растворе остаются ионы натрия, гидросульфат-ионы и ионы водорода (как результат диссоциации HSO_3^- ионов).

$$[\text{Na}^+] = 0,1 \text{ М}, [\text{K}^+] = 0,075 \text{ М}, \text{ – не изменились}, [\text{HSO}_3^-] = 0,175 - 0,013 = 0,162 \text{ М},$$

$$[\text{H}^+] = (6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,162)^{0,5} = 1,00 \cdot 10^{-4}.$$

Задача 5.

1. Примем массу элемента X за a , а число атомов кислорода в составе А за x , а в составе В – за y . Тогда массовые доли кислорода в А и В можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X), соответственно:

$$\omega(\text{O})_A = 16x/(a+16x),$$

$$\omega(\text{O})_B = 16y/(a+16y).$$

Поскольку В образуется из А при взаимодействии с кислородом, $y > x$, тогда

$$\omega(\text{O})_B / \omega(\text{O})_A = 16y/(a+16y) / 16x/(a+16x) = 1,272.$$

Откуда $a = 3,2xy / (y - 1,2x)$.

x	y	a	X
1	2	12	C – подходит, образует оксиды CO и CO₂
1	3	17,8	-
2	3	57,3	-
2	4	24	Mg – не подходит, не образует газообразных оксидов

2. По условию, в исходной смеси содержалось 30,0 % (мас.) кислорода и 70,0 % (мас.) CO. Пусть масса смеси 100 г, тогда в ней 0,94 моль O₂ и 2,5 моль CO, их молярное отношение – 2,67.

3.



Пусть исходное число моль O₂ равно x, тогда число моль CO – 2,67x, а общее число молей – 3,67x. Реакция обратимая и протекает не до конца. Пусть в реакцию вступило y моль O₂, тогда израсходовано 2y моль CO, и образовалось 2y моль CO₂.

В полученной смеси содержатся:

$$n(\text{CO}) = 2,67x - 2y,$$

$$n(\text{O}_2) = x - y,$$

$$n(\text{CO}_2) = 2y,$$

$$\text{общее число молей } n_{\text{общ}} = 2,67x - 2y + x - y + 2y = 3,67x - y.$$

Выход CO₂ равен $n(\text{CO}_2) / 2n(\text{O}_2)_{\text{начал.}} = 2y/2x = 0,83$, откуда $y = 0,83x$.

Объемные доли газов в конечной смеси равны их молярным долям (χ_i):

$$\varphi(\text{CO}) = n(\text{CO}) / n_{\text{общ}} = \frac{2,67x - 0,83x}{2,84x} \cdot 100 \% = 35,6 \%,$$

$$\varphi(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{x - 0,83x}{2,84x} \cdot 100 \% = 6,0 \%,$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{2 \cdot 0,83x}{2,84x} \cdot 100 \% = 58,4 \%.$$

4. Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов.

$P/P_{\text{начал}} = n_{\text{общ}}/n_{\text{общ (начал)}} = (3,67x-y) / 3,67x = 0,773$ или 77,4 %. Давление упало на 22,6 % и в момент равновесия равно $101,3 \cdot 0,774 = 78,4$ кПа

Рассчитаем константу равновесия реакции:

$K = p^2(\text{CO}_2) / p^2(\text{CO}) \cdot p(\text{O}_2)$, где p – парциальное давление

$p_i = \chi_i \cdot P_{\text{общ}}$

$K = 0,584^2 / ((0,356)^2 \cdot 0,06 \cdot 78,4 \cdot 10^3) = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{ (Па}^{-1}\text{)}$

5.

[A], М	[O ₂], М	Начальная скорость
0,5	0,6	1,188
0,5	0,3	0,840
0,75	0,3	1,260

$$v = k [\text{CO}]^n [\text{O}_2]^m$$

Из сравнения строчек 1 и 2 имеем: $1,188/0,84 = (0,6/0,3)^m$,

$$m = \lg 1,415 / \lg 2 = 0,5;$$

Из сравнения строчек 2 и 3 имеем: $1,26/0,84 = (0,75/0,5)^n$,

$$n = \lg 1,5 / \lg 1,5 = 1.$$

$$k = 1,188 / (0,5 \cdot 0,6^{0,5}) = 3,07.$$

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

Вариант 2

Задача 1.

1. За правильно написанную электронную конфигурацию атома радия – **2 балла**.
2. За уравнения ядерных реакций 1 – 3 и установление **X, Y, Z** по 1 баллу – всего **6 баллов**.
3. За уравнение реакции ${}^9\text{Be}$ с ${}^4\text{He}$ – **2 балла**.
4. За установление объема образца радия-226 – **3 балла**.
5. За уравнения реакций радия с водой, фтором и соляной кислотой по 1 баллу – всего **3 балла**.
6. За сокращенное ионное уравнение реакции осаждения радия из раствора и определение массовой доли радия-226 в полученном осадке по 1 баллу – всего **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, X** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За уравнение реакции эквимольных количеств натрия и [2.2.2]-криптанда – **5 баллов**.
3. За описание возможной причины появления электропроводности у LaI_2 – **5 баллов**.
4. За уравнение реакции 15-краун-5 с Na^+ – **4 балла**.

Итого: 24 балла

Задача 3.

1. За определение основных органических продуктов в реакциях 1 – 6 по 3 балла – всего **18 баллов**.

Итого: 18 баллов

Задача 4.

1. За расчет молярности и нормальности - 3 балла

2. За указание возможности протекания диссоциации и гидролиза – 2 балла.
3. За правильный расчет pH раствора – 4 балла.
4. За уравнение реакции - 2 балла.
5. За указание кислотности раствора – 1 балл.
6. За расчеты и указание образования осадка – 5 баллов
7. За расчеты концентраций ионов – 3 балла

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленные формулы соединений А, Б и элемента Х по 2 балла – 6 баллов
2. За расчет состава смеси – 3 балла
3. За расчет изменения давления в сосуде – 2 балла
4. За расчет константы равновесия – 3 балла
5. За расчет порядков реакции по 1,5 балла – 3 балла
6. За расчет константы скорости – 3 балла

Итого: 20 баллов

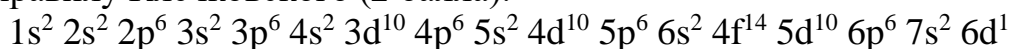
Химия. 11 класс
Решения заданий

Вариант 3

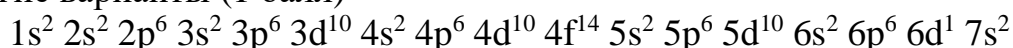
Задача 1.

1. Электронная конфигурация атома актиния:

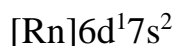
по правилу Клечковского (2 балла):



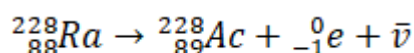
другие варианты (1 балл)



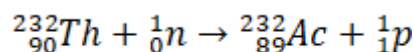
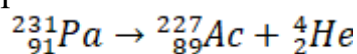
или



2. Уравнения ядерных реакций 1 – 3:

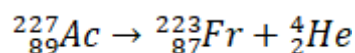


(отсутствие антинейтрино не является ошибкой при оценивании)



Отсюда X, Y и Z равны 228, 227 и 232 соответственно.

3. Уравнение α -распада:



4. Определим количество вещества актиния:

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{1.11 \cdot 10^{10}}{6.02 \cdot 10^{23}} = 1.84 \cdot 10^{-14} \text{ моль}$$

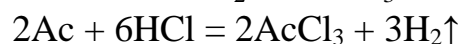
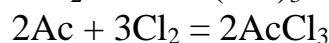
Определим массу актиния-228:

$$m = \nu \cdot M = 1.84 \cdot 10^{-14} \text{ моль} \cdot 228 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 4.20 \cdot 10^{-12} \text{ г}$$

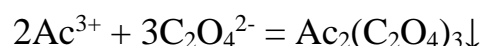
Найдем объем образца:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{4.20 * 10^{-12} \text{ г}}{10,1 \text{ г/см}^3} = 4.16 * 10^{-13} \text{ см}^3$$

5. Уравнения химических реакций франция:



6. Сокращенное ионное уравнение реакции осаждения:



Найдем массовую долю актиния в осадке:

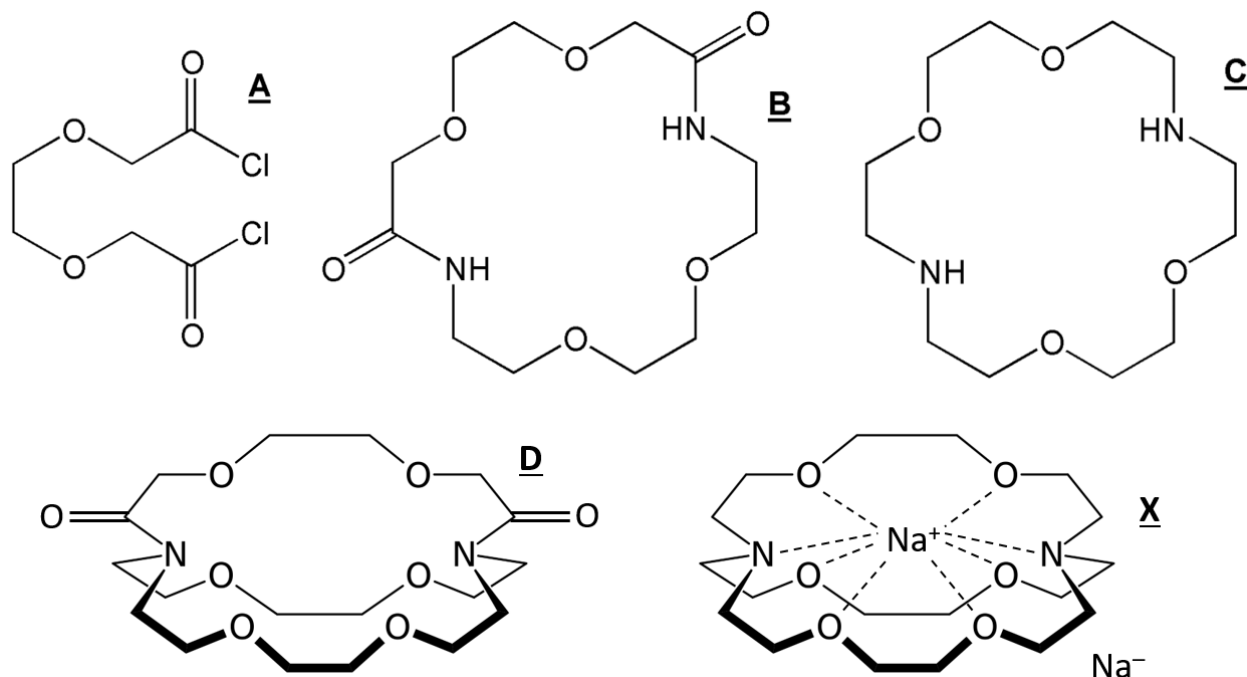
$$Mr(\text{Ac}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3) = 228 * 2 + 12 * 6 + 16 * 12 = 720$$

$$w(\text{Ac}) = \frac{228 * 2 * 100\%}{720} = 63,33\%$$

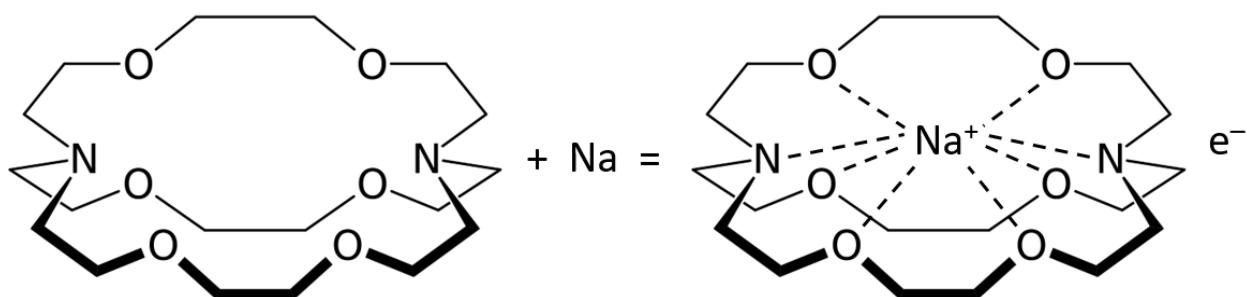
Задача 2.

1. При обработке исходной дикарбоновой кислоты пентахлоридом фосфора образуется её дихлорангидрид **A**. Реакция дигалогенангидридов карбоновых кислот с диаминами – классический пример нуклеофильного замещения у карбонильного атома углерода – может приводить к полиамидам, однако, поскольку [2.2.2]криптанд не является полимером и содержит при этом два цикла, можно заключить, что в следующей реакции дихлорангидрид реагирует с диамином с образованием десятичленного циклического диамида **B**, восстановление которого алюмогидридом лития на следующей стадии приводит к диамину **C**.

Реакция **C** с ещё одним эквивалентом дихлорангидрида **A** сопровождается замыканием бициклической системы и образованием диамида **D**, который далее восстанавливается дибораном до искомого [2.2.2]-криптанда. Реакция последнего с избытком натрия в жидком этилаmine приводит к натриду **X** – первому из синтезированных алкалидов.

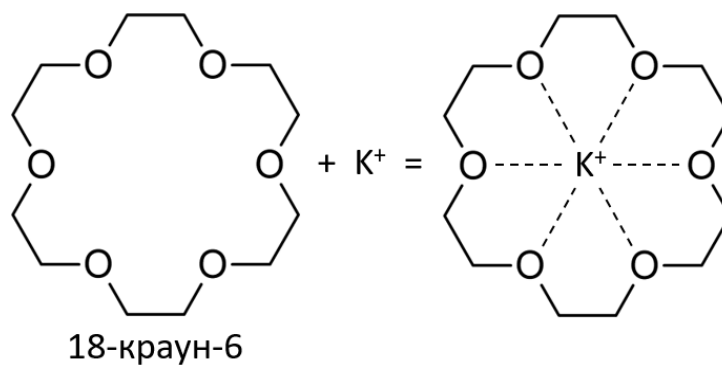


2. Если при проведении реакции использовать эквимольные количества [2.2.2]криптана и натрия, высвобождающиеся в процессе электроны не будут реагировать с Na и образовывать алкарид-анионы, поскольку весь натрий будет связываться в комплекс с органическим лигандом. В результате вместо алкарида образуется т.н. «электрид» – солеобразное соединение, в котором в качестве аниона выступает электрон:

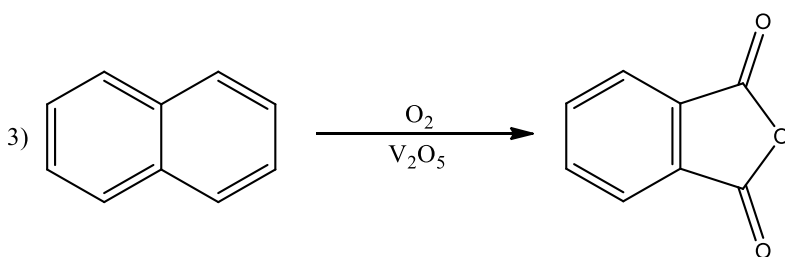
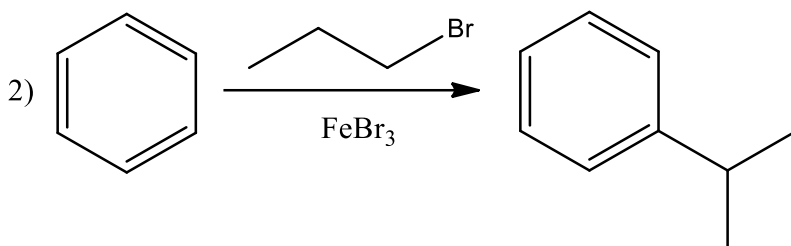
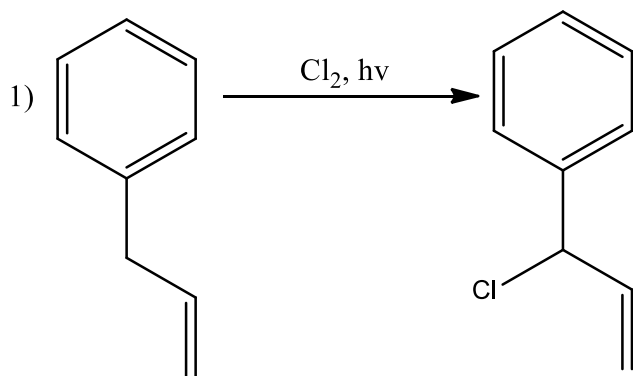


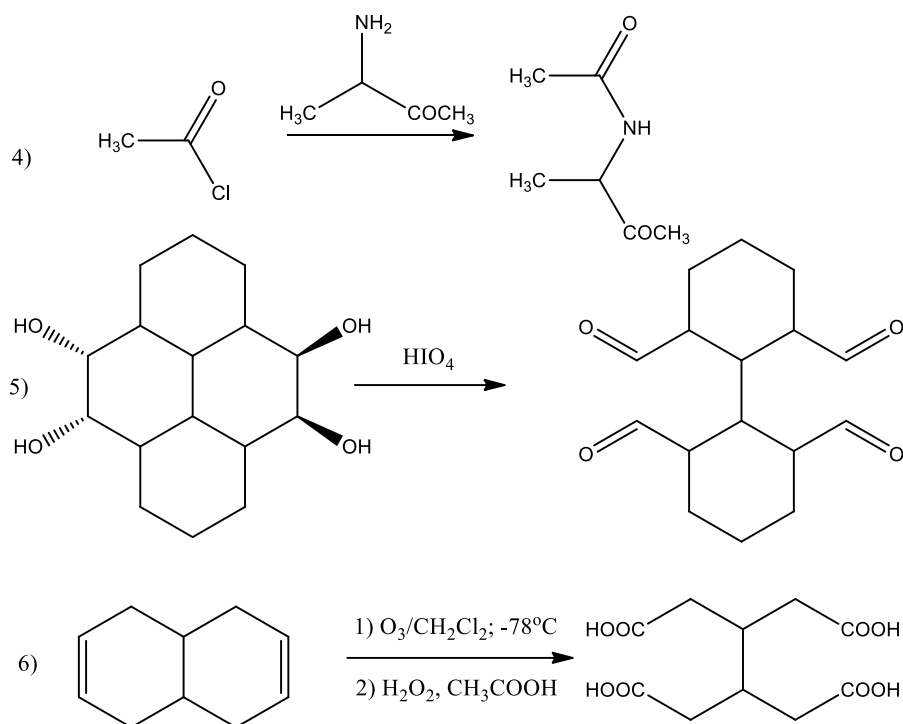
3. GdI_2 является неорганическим электридом. В кристаллической решётке этого соединения Gd^{2+} переходит в более стабильную степень окисления Gd^{3+} , высвобождая при этом электрон, что и обуславливает появление электропроводности у GdI_2 . Таким образом, более корректной формулой для GdI_2 является $Gd^{3+}(I^-)_2(e^-)$.

4. Катионы калия наилучшим образом связываются молекулами 18-краун-6, поскольку размер полости этой молекулы (2.6-3.2 Å) сопоставим с диаметром иона K^+ (2.66 Å):



Задача 3.





Задача 4.

1. Щелочной металл, окрашивающий пламя в фиолетовый цвет, это калий. Поскольку речь идет о двух типов анионов одной кислоты, то подразумевают многоосновную кислоту и её кислую и среднюю соль. Массовая доля углерода в кислоте указывает на угольную – H_2CO_3 . Т.е. в растворе смесь гидрокарбоната и карбоната калия. Согласно условию, в растворе содержится одинаковое количество моль анионов, значит, число моль калия в первой соли в 2 раза меньше, чем во второй. Примем это количество за x , а объем раствора за 1 л, тогда масса калия равна $39 \cdot (x + 2x) = 8,8$ г. Откуда $x = 0,075$ моль, а молярные концентрации KHCO_3 и K_2CO_3 равны 0,075 М. Поскольку фактор эквивалентности HCO_3^- в этом случае равен 1, то его нормальность совпадет с молярностью. Для карбонат-ионов фактор эквивалентности равен 0,5, поэтому его нормальность – 0,15 н.
2. Рассчитаем навески KHCO_3 и K_2CO_3 для приготовления 500 мл раствора:
 $m(\text{KHCO}_3) = 0,075 \cdot 0,5 \cdot 100 = 3,75$ г;

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,075 \cdot 0,5 \cdot 138 = 5,17 \text{ г.}$$

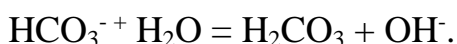
3. Две константы кислотности необходимы для описания диссоциации двухосновной кислоты.

KHCO_3 – амфолит, что означает, что он взаимодействует с водой и как кислота



$$K_{\text{кисл}} = K_{\text{II}} = 4,8 \cdot 10^{-11},$$

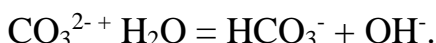
и как основание (подвергается гидролизу):



Константу гидролиза HCO_3^- можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 4,5 \cdot 10^{-7} = 2,22 \cdot 10^{-8}.$$

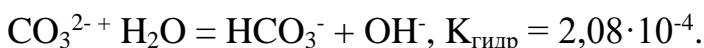
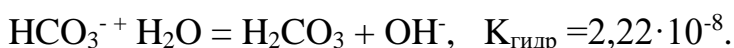
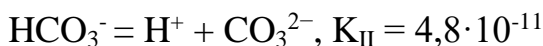
CO_3^{2-} участвует только в процессе гидролиза:



Константу гидролиза CO_3^{2-} можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{II}} = 1 \cdot 10^{-14} / 4,8 \cdot 10^{-11} = 2,08 \cdot 10^{-4}.$$

Итак, в растворе возможно протекание следующих реакций:



Из сравнения величин констант видно, что первыми двумя процессами можно пренебречь. Общая кислотность раствора будет определяться гидролизом карбонат-ионов, а среда будет щелочная.

Тогда

$$K_{\text{гидр}} = [\text{OH}^-] \cdot [\text{HCO}_3^-] / [\text{CO}_3^{2-}], \text{ причём } [\text{CO}_3^{2-}] = C_{\text{CO}_3} - [\text{OH}^-].$$

Примем $[\text{OH}^-]$ за x , тогда $[\text{CO}_3^{2-}] = 0,075 - x$, а $[\text{HCO}_3^-] = 0,075 + x$, отсюда

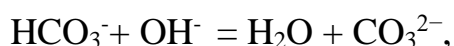
$$(0,075 + x) \cdot x = 2,08 \cdot 10^{-4} \cdot (0,075 - x)$$

Решим квадратное уравнение:

$$x = [\text{OH}^-] = 0,002. [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-14} / 0,002 = 5,0 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л.}$$

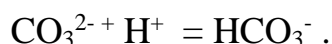
$\text{pH} = 11,3$. Среда сильнощелочная.

4. При добавлении щелочи протекает реакция:



т.е. гидроксид-ионы нейтрализуются гидрокарбонат-ионами, а поскольку в растворе и так присутствуют карбонат-ионы рН системы мало изменяется.

Аналогично при добавлении кислоты идет процесс нейтрализации и рН также не изменяется:



Такие растворы называют буферными и широко используют в химии и биологии для поддержания постоянного значения рН.

Задача 5.

1. Примем массу элемента X за а, а число атомов кислорода в составе А за х, а в составе В – за у. Тогда массовые доли X в А и В можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X), соответственно:

$$\omega(\text{X})_A = a/(a+16x),$$

$$\omega(\text{X})_B = a/(a+16y).$$

Поскольку В образуется из А при взаимодействии с кислородом, $y > x$, тогда

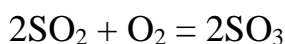
$$\omega(\text{X})_A / \omega(\text{X})_B = a/(a+16x) / a/(a+16y) = 1,25.$$

$$\text{Откуда } a = (16y - 20x) / 0,25.$$

x	y	a	X
1	2	48	Ti – не соответствует условиям задачи, поскольку не образует газообразных при н.у. оксидов
1	3	112	Cd – не соответствует условиям задачи, поскольку не образует

			газообразных при н.у. оксидов
2	3	32	S – подходит, образует оксиды SO₂ и SO₃
2	4	156	-

2. По условию, в исходной смеси содержалось 25 % (масс.) кислорода и 75 % (масс.) SO₂. Пусть масса смеси 100 г, тогда в ней 0,78 моль O₂ и 1,17 моль SO₂. Пусть исходное число моль SO₂ равно x , тогда $n(\text{O}_2)_{\text{исх}} = 0,78 x / 1,17 = 0,67 x$, а общее **начальное** число молей: $x + 0,67 x = 1,67 x$.



Пусть в реакцию вступило y моль O₂, тогда израсходовано $2y$ моль SO₂, и образовалось $2y$ моль SO₃. В полученной смеси содержатся:

$$n(\text{SO}_2) = x - 2y,$$

$$n(\text{O}_2) = 0,67x - y,$$

$$n(\text{SO}_3) = 2y,$$

$$\text{общее число молей } n_{\text{общ}} = (x - 2y) + (0,67x - y) + 2y = 1,67x - y.$$

Выход SO₃ равен $n(\text{SO}_3) / n(\text{SO}_2)_{\text{начал.}} = 2y/x = 0,95$, откуда $y = 0,475x$.

Объемные доли газов в конечной смеси равны их мольным долям (χ_i):

$$\varphi(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{x - 2 \cdot 0,475x}{1,67x - 0,475x} \cdot 100\% = 4,2\%,$$

$$\varphi(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{0,67x - 0,475x}{1,195x} \cdot 100\% = 16,3\%,$$

$$\varphi(\text{SO}_3) = n(\text{SO}_3) / n_{\text{общ}} = \frac{2 \cdot 0,475x}{1,195x} \cdot 100\% = 79,5\%,$$

3. Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов.

$P/P_{\text{начал}} = n_{\text{общ}} / n_{\text{общ (начал)}} = (1,67x - y) / 1,67x = 0,72$ или 71,6 %. Давление упало на 28,4 % и в момент равновесия равно $150 \cdot 0,72 = 107,3$ кПа

Рассчитаем константу равновесия реакции:

$K = p^2(\text{SO}_3) / p^2(\text{SO}_2) \cdot p(\text{O}_2)$, где p – парциальное давление

$$p_i = \chi_i \cdot P_{\text{общ}}$$

$$K = 0,795^2 / ((0,042)^2 \cdot 0,163 \cdot 107,3 \cdot 10^3) = 0,02 \text{ (Па}^{-1}\text{)}$$

3.

[A], М	[O ₂], М	Начальная скорость
0,4	0,6	0,167
0,4	0,2	0,056
0,8	0,6	0,668

$$v = k [\text{SO}_2]^n [\text{O}_2]^m$$

Из сравнения строчек 1 и 2 имеем: $0,167/0,056 = (0,6/0,2)^m$,

$$m=1;$$

Из сравнения строчек 1 и 3 имеем: $0,668/0,167 = (0,8/0,4)^n$,

$$n = \lg 4 / \lg 2 = 2.$$

$$k = 0,167 / (0,4^2 \cdot 0,6) = 1,74.$$

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

Вариант 3

Задача 1.

1. За правильно написанную электронную конфигурацию атома актиния – **2 балла**.
2. За уравнения ядерных реакций 1 – 3 и установление **X, Y, Z** по 1 баллу – всего **6 баллов**.
3. За уравнение реакции α -распада атома актиния-227 – **2 балла**.
4. За установление объема образца актиния-228 – **3 балла**.
5. За уравнения реакций актиния с водой, хлором и соляной кислотой по 1 баллу – всего **3 балла**.
6. За сокращенное ионное уравнение реакции осаждения актиния из раствора и определение массовой доли актиния в полученном осадке по 1 баллу – всего **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, X** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За уравнение реакции эквимольных количеств натрия и [2.2.2]-криптанда – **5 баллов**.
3. За описание возможной причины появления электропроводности у GdI_2 – **5 баллов**.
4. За уравнение реакции 18-краун-6 с K^+ – **4 балла**.

Итого: 24 балла

Задача 3.

1. За определение основных органических продуктов в реакциях 1 – 6 по 3 балла – всего **18 баллов**.

Итого: 18 баллов

Задача 4.

1. За установление качественного состава раствора – 2 балла

2. За расчет молярности и нормальности - 2 балла
3. За расчет навесок – 2 балла
4. За указание возможности протекания диссоциации и гидролиза – 3 балла.
5. За правильный расчет pH раствора – 5 баллов.
6. За указание кислотности раствора – 1 балл.
7. За уравнения реакций - 2 балла.
8. За объяснение неизменности pH – 2 балла
9. За буферные растворы и их применение – 1 балл

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленные формулы соединений А, Б и элемента Х по 2 балла – 6 баллов
2. За расчет состава смеси – 3 балла
3. За расчет изменения давления в сосуде – 2 балла
4. За расчет константы равновесия – 3 балла
5. За расчет порядков реакции по 1,5 балла – 3 балла
6. За расчет константы скорости – 3 балла

Итого: 20 баллов

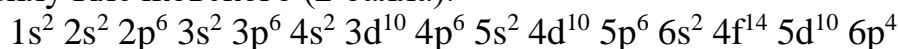
Химия. 11 класс
Решения заданий

Вариант 4

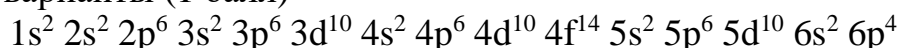
Задача 1.

1. Электронная конфигурация атома франция:

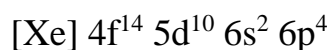
по правилу Клечковского (2 балла):



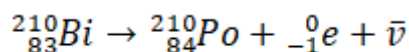
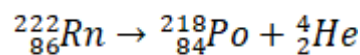
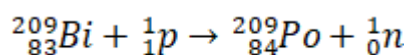
другие варианты (1 балл)



или



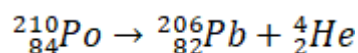
2. Уравнения ядерных реакций 1 – 3:



(отсутствие антинейтрино не является ошибкой при оценивании)

Отсюда **X**, **Y** и **Z** равны 209, 218 и 210 соответственно.

3. Уравнение реакции α -распада:



4. Определим количество вещества полония:

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{3.31 \cdot 10^{10}}{6.02 \cdot 10^{23}} = 5.50 \cdot 10^{-14} \text{ моль}$$

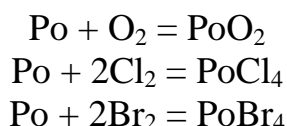
Определим массу полония-210:

$$m = \nu \cdot M = 5.50 \cdot 10^{-14} \text{ моль} \cdot 210 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 1.15 \cdot 10^{-11} \text{ г}$$

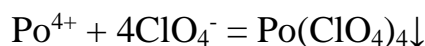
Найдем объем образца:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1.15 * 10^{-11} \text{ г}}{9,2 \text{ г/см}^3} = 1.26 * 10^{-12} \text{ см}^3$$

5. Уравнения химических реакций полония:



6. Сокращенное ионное уравнение реакции осаждения:



Найдем массовую долю полония в осадке:

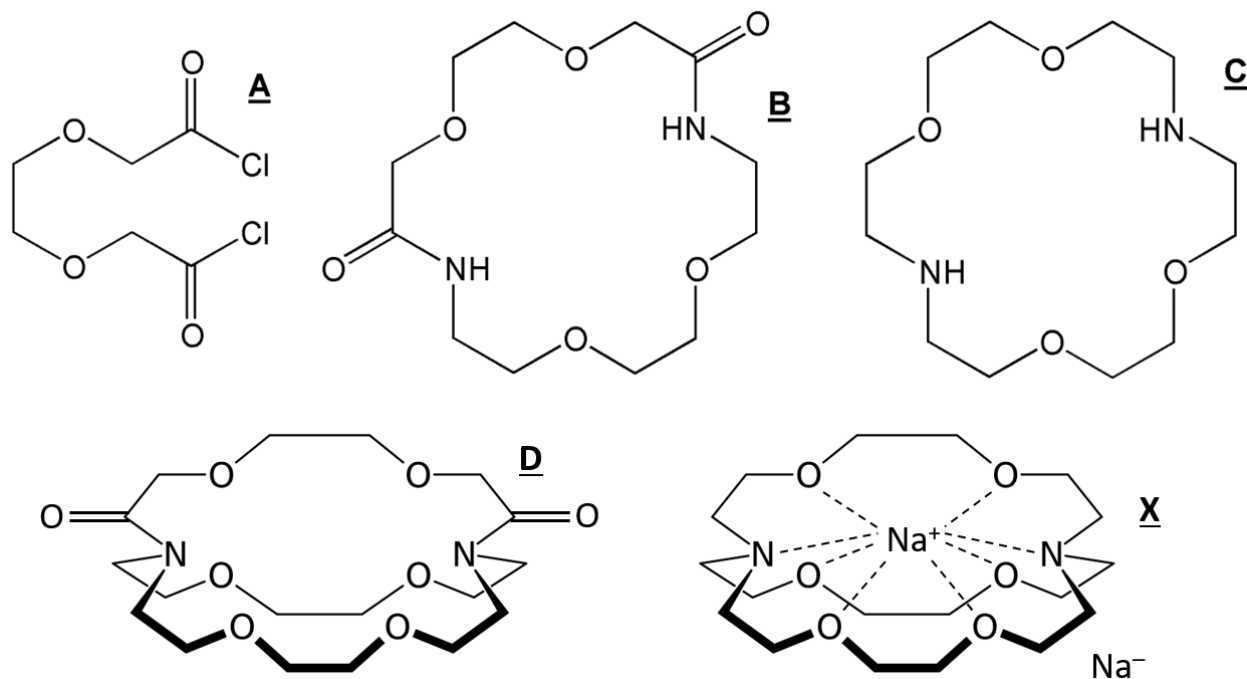
$$Mr(\text{Po}(\text{ClO}_4)_4) = 210 + 35.5 * 4 + 16 * 16 = 608$$

$$w(\text{Po}) = \frac{210 * 100\%}{608} = 34,54\%$$

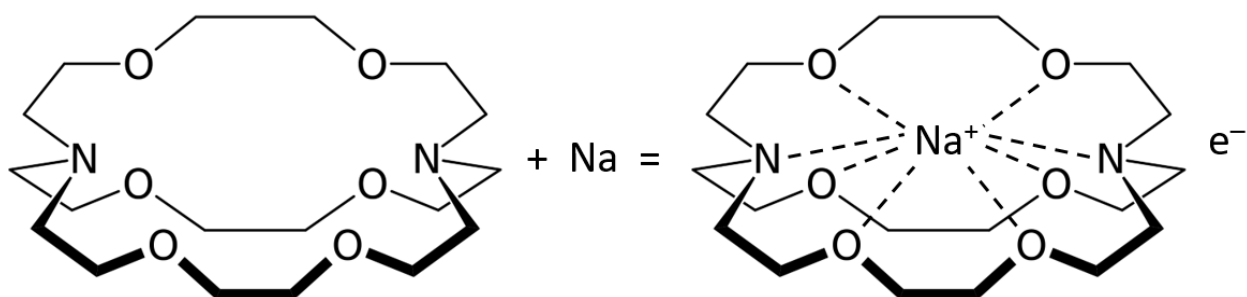
Задача 2.

1. При обработке исходной дикарбоновой кислоты пентахлоридом фосфора образуется её дихлорангидрид **A**. Реакция дигалогенангидридов карбоновых кислот с диаминами – классический пример нуклеофильного замещения у карбонильного атома углерода – может приводить к полиамидам, однако, поскольку [2.2.2]криптан не является полимером и содержит при этом два цикла, можно заключить, что в следующей реакции дихлорангидрид реагирует с диамином с образованием десятичленного циклического диамида **B**, восстановление которого алюмогидридом лития на следующей стадии приводит к диамину **C**.

Реакция **C** с ещё одним эквивалентом дихлорангидрида **A** сопровождается замыканием бициклической системы и образованием диамида **D**, который далее восстанавливается дибораном до искомого [2.2.2]-криптана. Реакция последнего с избытком натрия в жидком этилаmine приводит к натриду **X** – первому из синтезированных алкалидов.

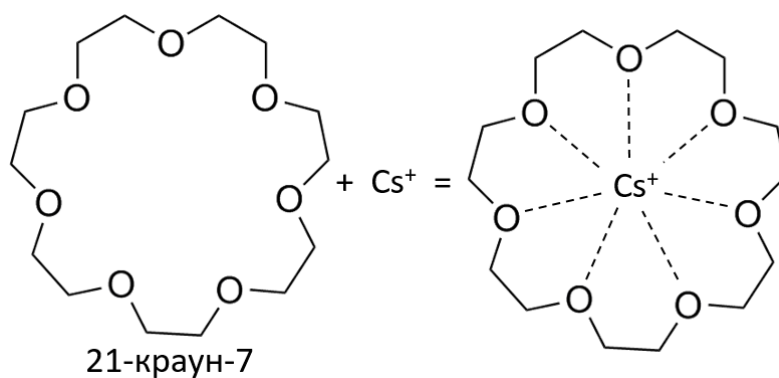


2. Если при проведении реакции использовать эквимольные количества [2.2.2]криптана и натрия, высвобождающиеся в процессе электроны не будут реагировать с Na и образовывать алкарид-анионы, поскольку весь натрий будет связываться в комплекс с органическим лигандом. В результате вместо алкарида образуется т.н. «электрид» – солеобразное соединение, в котором в качестве аниона выступает электрон:

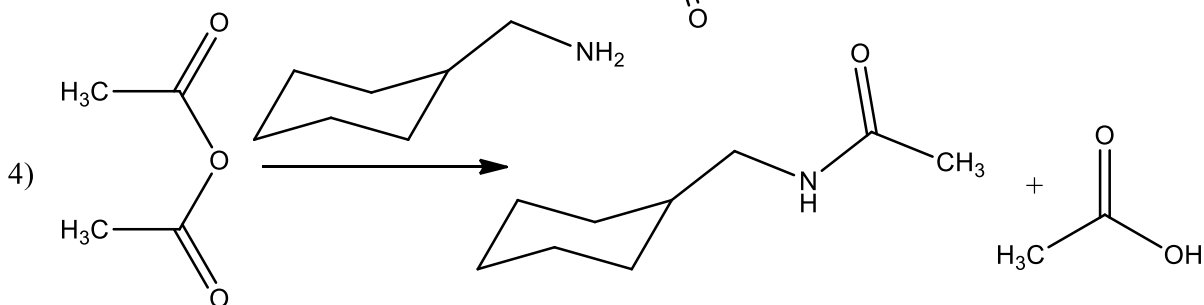
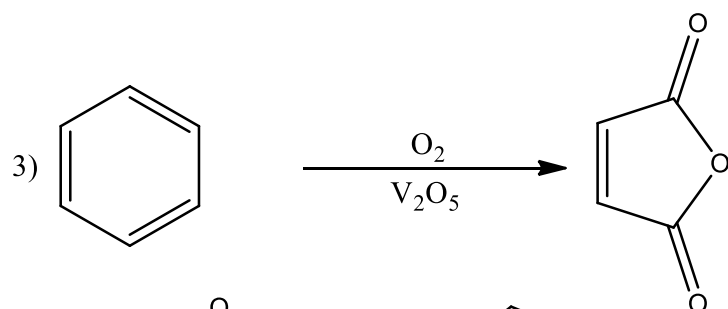
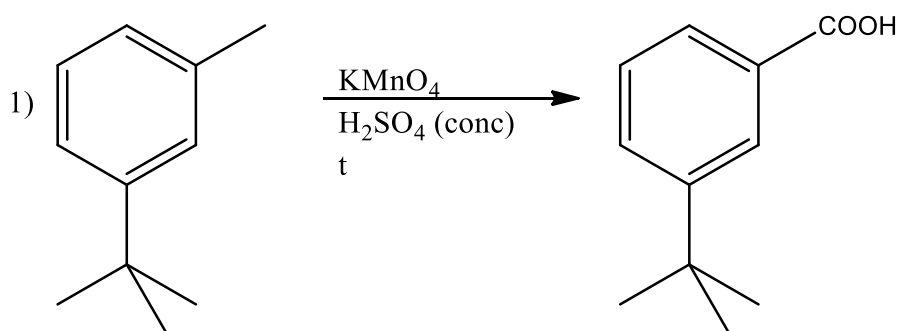
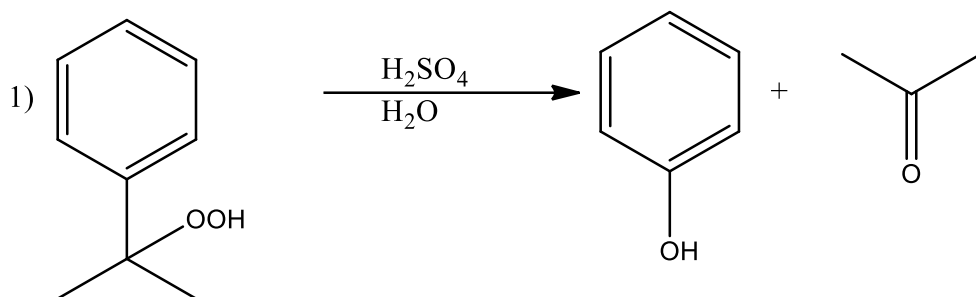


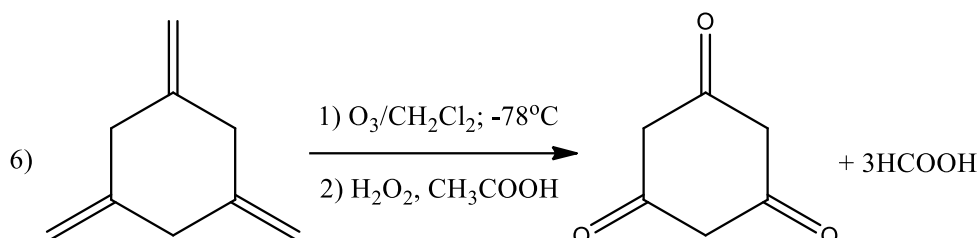
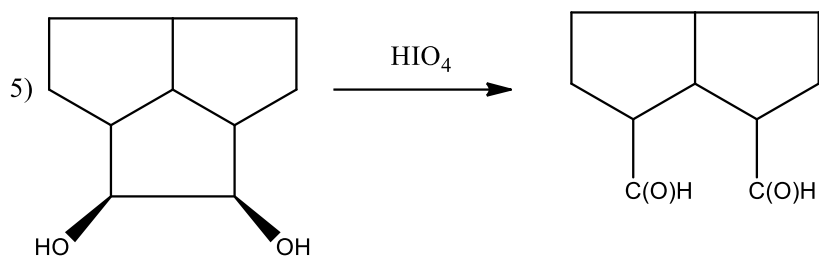
3. PrI₂ является неорганическим электридом. В кристаллической решётке этого соединения Pr²⁺ переходит в более стабильную степень окисления Pr³⁺, высвобождая при этом электрон, что и обуславливает появление электропроводности у PrI₂. Таким образом, более корректной формулой для PrI₂ является Pr³⁺(I⁻)₂(e⁻).

4. Катионы цезия наилучшим образом связываются молекулами 21-краун-7, поскольку размер полости этой молекулы сопоставим с диаметром иона Cs⁺:



Задача 3.





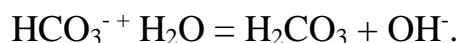
Задача 4.

1. В желтый цвет пламя горелки окрашивают соли натрия. В английском языке натрий – «содиум», значит, речь идет о соде. Массовая доля кислорода соответствует NaHCO_3 , которая действительно часто встречается на кухнях. Б – угольная кислота.
2. Рассчитаем молярную концентрацию NaHCO_3 : в 1000 мл $5 \cdot 10 = 50$ г NaHCO_3 или $50/84 = 0,60$ М. Поскольку фактор эквивалентности HCO_3^- в этом случае равен 1, то его нормальность совпадет с молярностью.
3. NaHCO_3 – амфолит, что означает, что он взаимодействует с водой и как кислота



$$K_{\text{кисл}} = K_{\text{II}} = 4,8 \cdot 10^{-11},$$

и как основание (подвергается гидролизу):



Константу гидролиза HCO_3^- можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 4,5 \cdot 10^{-7} = 2,22 \cdot 10^{-8}.$$

Из сравнения величин констант видно, что первым процессом можно пренебречь. Общая кислотность раствора будет определяться гидролизом гидрокарбонат-ионов, а среда будет щелочная.

Тогда

$$K_{\text{гидр}} = [\text{OH}^-] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] / [\text{HCO}_3^-], \text{ примем } [\text{CO}_3^{2-}] = C_{\text{CO}_3}$$

Примем $[\text{OH}^-]$ за x , тогда $[\text{H}_2\text{CO}_3] = x$, а $[\text{HCO}_3^-] = 0,6$, отсюда

$$x^2 = 2,22 \cdot 10^{-8} \cdot (0,6)$$

$$x = [\text{OH}^-] = 1,15 \cdot 10^{-4}, [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-14} / 1,15 \cdot 10^{-4} = 8,7 \cdot 10^{-11} \text{ моль/л.}$$

$\text{pH} = 10,1$. Среда щелочная.

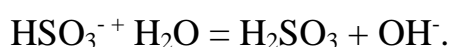
4. Поскольку состав соли В такой же, как у NaHCO_3 , можно определить, молярную массу соли по массовой доли кислорода: $16 \cdot 3$ молярную массу соли по массовой доли кислорода: $16 \cdot 3 / 0,4615 = 104$ г/моль, откуда масса элемента равна $104 - 48 - 23 - 1 = 32$, т.е. соль В - NaHSO_3 .

NaHSO_3 – тоже амфолит:



$$K_{\text{кисл}} = K_{\text{II}} = 6,3 \cdot 10^{-6},$$

и как основание (подвергается гидролизу):



$$K_{\text{гидр}} = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{I}} = 1 \cdot 10^{-14} / 1,3 \cdot 10^{-2} = 7,7 \cdot 10^{-13}.$$

Из сравнения величин констант видно, что гидролизом можно пренебречь.

Общая кислотность раствора будет определяться диссоциацией, а среда будет кислотная.

Тогда

$$K_{\text{II}} = [\text{H}^+] \cdot [\text{SO}_3^{2-}] / [\text{HSO}_3^-], \text{ примем } [\text{OH}^-] \text{ за } x, \text{ тогда } [\text{H}_2\text{SO}_3] = x, \text{ а } [\text{HSO}_3^-] = 0,6,$$

отсюда

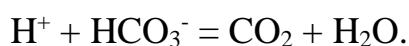
$$x^2 = 6,3 \cdot 10^{-6} \cdot (0,6)$$

$$x = 0,002, \text{ pH} = 2,7. \text{ Среда кислотная.}$$

5. При смешении растворов NaHCO_3 и NaHSO_3 будет идти нейтрализация



Но поскольку $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$, нейтрализация будет неполной, возможна и вторая реакция



Т.о. можно наблюдать выделение некоторого количества газа.

Задача 5.

1. Примем массу элемента X за a , а число атомов кислорода в составе А за x , а в составе В – за y . Тогда массовые доли элемента в А и В можно записать (примем для простоты, что в состав молекулы оксида входит 1 атом X), соответственно:

$$\omega(X)_A = a/(a+16x),$$

$$\omega(X)_B = a/(a+16y).$$

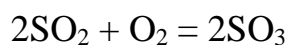
Поскольку В образуется из А при взаимодействии с кислородом, $y > x$, тогда

$$\omega(X)_A / \omega(X)_B = a/(a+16x) / (a/(a+16y)) = 1,25.$$

$$\text{Откуда } 0,25a = 16y - 20x$$

x	y	a	X
1	2	48	Титан, не образует газообразных оксидов
1	3	112	Кадмий, не образует газообразных оксидов
2	3	32	S – подходит, образует оксиды SO₂ и SO₃

2. Пусть исходное число моль SO₂ и SO₃ равно x , тогда $n(O_2)_{исх} = 0,5x$, а общее **начальное** число молей : $1,5x$.



Пусть в реакцию вступило y моль O₂, тогда израсходовано $2y$ моль SO₂, и образовалось $2y$ моль SO₃. В полученной смеси содержатся:

$$n(SO_2) = x - 2y,$$

$$n(O_2) = 0,5x - y,$$

$$n(SO_3) = 2y,$$

$$\text{общее число молей } n_{\text{общ}} = (x-2y) + (0,5x-y) + 2y = 1,5x-y.$$

Выход SO₃ равен

$$0,92 = n(SO_3) / n(SO_2)_{исх} = 2y / x,$$

откуда $y = 0,46x$

Объемные доли газов в конечной смеси равны их молярным долям (χ_i):

$$\varphi(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{x - 2 \cdot 0,46x}{1,5x - 0,46x} \cdot 100\% = 7,7\%,$$

$$\varphi(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) / n_{\text{общ}} = \frac{0,5x - 0,46x}{1,04x} \cdot 100\% = 3,8\%,$$

$$\varphi(\text{SO}_3) = n(\text{SO}_3) / n_{\text{общ}} = \frac{2 \cdot 0,46x}{1,04x} \cdot 100\% = 88,5\%,$$

Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов.

$P/P_{\text{начал.}} = n_{\text{общ}} / n_{\text{общ (начал)}} = (1,5x - y) / 1,5x = 0,69$. Давление уменьшится на 31 %.

Рассчитаем константу равновесия реакции:

$K = p^2(\text{SO}_3) / p^2(\text{SO}_2) \cdot p(\text{O}_2)$, где p – парциальное давление

$$p_i = \chi_i \cdot P_{\text{общ}}$$

$$K = 0,885^2 / ((0,077)^2 \cdot 0,038 \cdot 0,69 \cdot 101,3 \cdot 10^3) = 0,049 \text{ Па}$$

Смещению равновесия процесса в сторону продуктов способствует повышение давления, а также удаление SO_3 , что и делают в промышленности при получении серной кислоты, отправляя смесь газов на абсорбцию SO_3 , а затем вновь возвращая в реактор окисления.

3.

[A], М	[O ₂], М	Начальная скорость
0,25	0,4	0,167
0,25	0,2	0,118
0,50	0,3	0,409
0,75	0,2	0,613

$$v = k [\text{SO}_2]^{1,5} [\text{O}_2]^{0,5}$$

$$0,118 = k \cdot 0,25^{1,5} \cdot 0,2^{0,5}, k = 2,11$$

$$2,11 \cdot 0,25^{1,5} \cdot 0,4^{0,5} = 0,167$$

$$2,11 \cdot 0,75^{1,5} \cdot 0,2^{0,5} = 0,613$$

$$0,409 = 2,11 \cdot 0,5^{1,5} \cdot x^{0,5}$$

Химия. 11 класс
Критерии оценивания

Вариант 4

Задача 1.

1. За правильно написанную электронную конфигурацию атома полония – **2 балла**.
2. За уравнения ядерных реакций 1 – 3 и установление **X, Y, Z** по 1 баллу – всего **6 баллов**.
3. За уравнение реакции α -распада полония-210 – **2 балла**.
4. За установление объема образца полония-210 – **3 балла**.
5. За уравнения реакций полония с кислородом, хлором и бромом по 1 баллу – всего **3 балла**.
6. За сокращенное ионное уравнение реакции осаждения полония из раствора и определение массовой доли полония в полученном осадке по 1 баллу – всего **2 балла**.

Итого: 18 баллов

Задача 2.

1. За правильно установленные структурные формулы веществ **A, B, C, D, X** по 2 балла – всего **10 баллов**.
2. За уравнение реакции эквимольных количеств натрия и [2.2.2]-криптанда – **5 баллов**.
3. За описание возможной причины появления электропроводности у PrI_2 – **5 баллов**.
4. За уравнение реакции 21-краун-7 с Cs^+ – **4 балла**.

Итого: 24 балла

Задача 3.

1. За определение основных органических продуктов в реакциях 1 – 6 по 3 балла – всего **18 баллов**.

Итого: 18 баллов

Задача 4.

5. За правильно установленные формулы соединений А и Б по 2 балла – 4 балла
6. За расчет молярности и нормальности - 2 балла
7. За указание возможности протекания диссоциации и гидролиза – 2 балла.
8. За правильный расчет рН раствора по 4 балла - 8 баллов.
9. За указание кислотности растворов по 1 баллу – 2 балла
10. За объяснение процессов при смешении с уравнениями реакций - 2 балла.

Итого: 20 баллов

Задача 5

1. За правильно установленные формулы соединений А, Б и элемента Х по 2 балла – 6 баллов
2. За расчет состава смеси – 2 балла
3. За расчет изменения давления – 2 балла
4. За расчет константы равновесия – 3 балла
5. За ответ на вопрос об увеличении выхода – 1 балл
6. За заполнение таблицы – 3 балла
7. За расчет константы скорости – 3 балла

Итого: 20 баллов