

Материалы заданий олимпиады 2011-2012 учебного года

Наименование олимпиады школьников: **Многопредметная олимпиада «Юные таланты»**

Предмет (комплекс предметов): **Химия**

Порядковый номер олимпиады в Перечне

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА	2
1.1 Задания зачетного тура	2
1.1.1. Задания 9 класса	2
1.1.2 Задания 10 класса	4
1.1.3 Задания 11 класса	7
1.2 Критерии оценки заданий зачетного тура	11
1.2.1 Задания 9 класса	11
1.2.2 Задания 10 класса	12
1.2.3 Задания 11 класса	13
1.3 Задания итогового тура	14
1.3.1 Задания 9 класса	14
1.3.1. Задания 10 класса	14
1.3.1. Задания 11 класса	16
1.4. Критерии оценки заданий итогового тура	17
1.4.1. Задания 9 класса	17
1.4.2. Задания 10 класса	19
1.4.3. Задания 11 класса	25
2. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА	29
2.1 Задания Теоретического тура	29
2.1.1 Задания 9 класса	29
2.1.2. Задания 10 класса	31
2.1.3. Задания 11 класса	33
2.2. Задания экспериментального тура	35
2.2.1. Задание 9 класса	35
2.2.2. Задание 10 класса	36
2.2.3. Задание 11 класса	37
3. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ	37
4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА	38
4.1. Критерии оценивания заданий Теоретического тура	38
4.1.1. Задания 9 класса	38
4.1.2. Задания 10 класса	42
4.1.3. Задания 11 класса	46
4.2. Критерии оценивания заданий экспериментального тура	54
4.2.1. Задание 9 класса	55
4.2.2. Задание 10 класса	55
4.2.3. Задание 11 класса	57

1. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА

Для проведения тренировочного тура олимпиады использовали задания прошлых лет

1.1 Задания зачетного тура

Зачетный тур проходил в режиме on-line с использованием электронной площадки e-olymp Российского Совета олимпиад школьников. Время выполнения заданий – 3 часа.

1.1.1. Задания 9 класса

1. Общее количество положительных и отрицательных ионов, образовавшихся при полной диссоциации 0,6 моль вещества в водном растворе равно 3 моль. Укажите вещества.

- | | |
|----------------------|------------------------|
| А) хлорная кислота; | В) ортофосфат кальция; |
| Б) сульфат алюминия; | Г) хлорид меди (II) |

2. Сколько гидроксида калия необходимо добавить к 145 г 10%-ного раствора ортофосфорной кислоты, чтобы получить раствор только одной соли?

- | | |
|--------------|--------------|
| А) 8,4 г; | В) 25,2 г; |
| Б) 0,3 моль; | Г) 0,2 моль. |

3. Одинаковую электронную конфигурацию имеют ионы:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| А) Fe^{2+} и Zn^{2+} ; | В) K^+ и Ca^{2+} ; |
| Б) O^{2-} и S^{2-} ; | Г) O^{2-} и F^- . |

4. Среди всех элементов третьего периода элемент натрий обладает:

- А) наиболее выраженными металлическими свойствами;
- Б) наименьшей электроотрицательностью;
- В) наименьшим атомным радиусом;
- Г) самой большой плотностью.

5. При добавлении к какому раствору избытка H_2S выпадает осадок?

- | | |
|----------------------|----------------------|
| А) FeCl_2 ; | В) CuCl_2 ; |
| Б) NaCl ; | Г) RbCl . |

6. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой $\text{NaNO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ и запишите сумму коэффициентов в уравнении. (целое число)

7. Сокращенное ионное уравнение реакции $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ соответствует взаимодействию веществ:

- | | |
|--|---|
| А) соляной кислоты и карбоната натрия; | В) серной кислоты и карбоната кальция; |
| Б) уксусной кислоты и карбоната калия; | Г) азотной кислоты и карбоната кальция. |

8. Какая соль подвергается гидролизу только по аниону?

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| А) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$; | В) Na_3PO_4 ; |
| Б) ZnCl_2 ; | Г) NaCN . |

9. Число пи-связей одинаково в молекулах:

А) CH_3COOH и CO_2 ;

В) H_2SO_4 и H_3PO_4 ;

Б) Cl_2O_7 и P_2O_5 ;

Г) CO_2 и C_2H_2 .

10. Составьте уравнение электролитической диссоциации сульфата алюминия в водном растворе. Ответ представьте в виде суммы стехиометрических коэффициентов в уравнении. (целое число)

11. К растворам хлорида (А), сульфита (Б), сульфата (В), сульфида (Г) натрия прилили концентрированный раствор соляной кислоты. В каких случаях произошло выделение газа?

12. К хлоридам свинца (А), никеля (Б), калия (В), меди (Г) прилили водный раствор гидроксида натрия. В каких случаях будет происходить выпадение осадка?

13. К гидроксидам свинца (А), бериллия (Б), кальция (В), меди (Г) прилили водный раствор сульфата аммония. В каких случаях будет происходить выделение аммиака?

14. Раствор гидроксида натрия реагирует с:

А) оксидом железа (II);

В) гидроксидом цинка;

Б) соляной кислотой;

Г) карбонатом кальция.

15. Степень окисления азота положительна:

А) NF_3 ;

В) NaNO_2 ;

Б) NH_3 ;

Г) N_2 .

16. Тот же тип кристаллической решетки, что и у азота имеет:

А) кислород;

В) оксид натрия;

Б) поваренная соль;

Г) йод.

17. Какие гидроксиды реагируют и с кислотой, и со щелочью:

А) гидроксид натрия;

В) гидроксид кальция;

Б) гидроксид алюминия (III);

Г) гидроксид цинка.

18. Основная соль может быть получена при взаимодействии растворов:

А) хлорида натрия и серной кислоты;

Б) хлорида меди (II) и карбоната натрия;

В) сульфата натрия и серной кислоты;

Г) сульфата железа (II) и раствором аммиака.

19. Молекулы какой из кислот присутствуют в ее разбавленном водном растворе?

А) соляной кислоты;

В) уксусной кислоты;

Б) серной кислоты;

Г) сероводородной кислоты.

20. Хлорид золота (III) взаимодействует с пероксидом водорода, при этом образовалось 5,91 г золота.

А. Определите сумму коэффициентов уравнения реакции.

Б. Определите количество золота, моль. Результат округлите до сотых.

В. Определите количество образовавшегося газа, моль. Ответ округлите до тысячных.

Г. Определите объем выделившегося газа, л. Ответ округлите до тысячных.

21. В состав соединения входят углерод, водород и азот ($C_xH_yN_z$). Углерод составляет в нем 79,12 %. Масса азота, полученного из 0,546 г этого соединения, равна 0,084 г. Молекулярная масса вещества 182 г/моль.

А. Определите массу углерода в 0,546 г соединения, г. Ответ округлите до тысячных.

Б. Определите массовую долю азота, %. Ответ округлите до сотых.

В. Определите массу водорода в 0,546 г соединения, г.

Г. Определите коэффициенты x, y, z в истинной формуле вещества (через запятую).

22. Смесь алюминия, меди и магния массой 23,0 г подвергли действию соляной кислоты. При этом выделилось 14 л газа, измеренного при температуре 0°C и давлении $0,81 \cdot 10^5$ Па. Нерастворившийся остаток переведен в раствор концентрированной азотной кислотой. При этом выделилось 8,96 л (н.у.) газа.

А. Определите массу газа, образовавшегося при действии на смесь соляной кислоты, г. Результат округлите до десятых.

Б. Определите массу алюминия в смеси, г. Результат округлите до десятых.

В. Определите массу меди в смеси, г. Результат округлите до десятых.

Г. Определите массу магния в смеси, г. Результат округлите до десятых.

23. Из 500 г 40%-ного раствора сульфата железа (II) при охлаждении выпало 100 г его кристаллогидрата (кристаллизуется с семью молекулами воды).

А. Определите массу сульфата железа (II) в 500 г раствора, г. Результат округлите до целых.

Б. Определите массу сульфата железа (II) в выпавшем кристаллогидрате, г. Результат округлите до десятых.

В. Определите массу сульфата железа (II) оставшемся растворе, г. Ответ округлите до десятых.

Г. Определите массовую долю соли в оставшемся растворе, %. Ответ округлите до десятых.

1.1.2 Задания 10 класса

1. Общее количество положительных и отрицательных ионов, образовавшихся при полной диссоциации 0,6 моль вещества в водном растворе равно 3 моль. Укажите вещества.

А) хлорная кислота;

В) ортофосфат кальция;

Б) сульфат алюминия;

Г) хлорид меди (II)

2. Сколько гидроксида калия необходимо добавить к 145 г 10%-ного раствора ортофосфорной кислоты, чтобы получить раствор только одной соли?

- A) 8,4 г; В) 25,2 г;
Б) 0,3 моль; Г) 0,2 моль.

3. Одинаковую электронную конфигурацию имеют ионы:

- A) Fe²⁺ и Zn²⁺; В) K⁺ и Ca²⁺;
Б) O²⁻ и S²⁻; Г) O²⁻ и F⁻.

4. Электролизу подвергли водные растворы сульфата меди (А), нитрата серебра (Б), сульфата магния (В), нитрата стронция (Г). В каких случаях произойдёт образование осадков на электродах?

5. При добавлении к какому раствору избытка H_2S выпадает осадок?

- A) FeCl_2 ; B) CuCl_2 ;
B) NaCl ; Г) RbCl .

6. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой $\text{NaBiO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{BiCl}_3 + \text{O}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ и запишите сумму коэффициентов в уравнении (целое число)

7. Сокращенное ионное уравнение реакции $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ соответствует взаимодействию веществ:

- А) соляной кислоты и карбоната натрия;
Б) уксусной кислоты и карбоната калия;
В) серной кислоты и карбоната кальция;
Г) азотной кислоты и карбоната кальция.

8. Нитрат меди (А), сульфат серебра (Б), хлорид золота (III) (В), гидроксид палладия (Г) нагрели в атмосфере гелия до 1500°C. В каких случаях произойдёт образование металлов?

9. Число пи-связей одинаково в молекулах:

- A) CH₃COOH и CO₂; В) H₂SO₄ и H₃PO₄;
Б) Cl₂O₇ и P₂O₅; Г) CO₂ и C₂H₂.

10. Составьте уравнение электролитической диссоциации сульфата алюминия в водном растворе. Ответ представьте в виде суммы стехиометрических коэффициентов в уравнении. (целое число)

11. К растворам хлорида (А), сульфита (Б), сульфата (В), сульфида (Г) натрия прилили концентрированный раствор соляной кислоты. В каких случаях произошло выделение газа?

12. В подкисленный раствор перманганата калия добавили растворы пероксида водорода (А), хлороводородной кислоты (Б), серной кислоты (В), нитрита калия (Г). В каких случаях произойдет обесцвечивание раствора перманганата?

13. К гидроксидам свинца (А), бериллия (Б), кальция (В), меди (Г) прилили водный раствор сульфата аммония. В каких случаях будет происходить выделение аммиака?

14. Оксид хрома (VI) (А), оксид хрома (III) (Б), оксид ртути (II) (В), оксид марганца (IV) (Г) нагрели до 1000°C. Какие оксиды в процессе нагревания не подвергаются разложению с выделением кислорода?

15. Степень окисления азота положительна:

А) NF_3 ;

В) NaNO_2 ;

Б) NH_3 ;

Г) N_2 .

16. Тот же тип кристаллической решетки, что и у азота имеет:

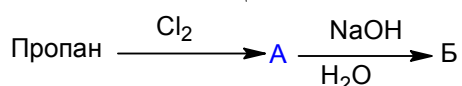
А) кислород;

В) оксид натрия;

Б) поваренная соль;

Г) йод.

17. Назовите вещество Б



а) изопропанол;

в) пропен;

б) пропанол-1;

г) дипропиловый эфир.

18. В результате кислотного гидролиза этилового эфира монохлоруксусной кислоты образуются:

А) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

В) CH_3COOH

Б) HCl

Г) ClCH_2COOH

19. Метилэтиламин реагирует с

А) щелочью;

В) водой;

Б) кислотой;

Г) аммиаком.

20. Хлорид золота (III) взаимодействует с пероксидом водорода, при этом образовалось 5,91 г золота.

А. Определите сумму коэффициентов уравнения реакции.

Б. Определите количество золота, моль. Результат округлите до сотых.

В. Определите количество образовавшегося газа, моль. Ответ округлите до тысячных.

Г. Определите объем выделившегося газа, л. Ответ округлите до тысячных.

21. Легкокипящая бесцветная жидкость «А» со своеобразным запахом, нерастворимая в воде, реагирует с хлором с образованием разных продуктов в зависимости от условий. При освещении образуется только соединение «В», в присутствии катализатора – 2 вещества – жидкость «С» и газ «D», образующий при пропускании через водный раствор нитрата серебра белый осадок.

- А. Назовите вещество «А»
Б. Назовите вещество «В»
В. Назовите вещество «С» и газ «D» (через запятую)
Г. Укажите механизм реакции образования вещества «С»

22. Смесь алюминия, меди и магния массой 23,0 г подвергли действию соляной кислоты. При этом выделилось 14 л газа, измеренного при температуре 0°C и давлении 0,81·10⁵ Па. Нерастворившийся остаток переведен в раствор концентрированной азотной кислотой. При этом выделилось 8,96 л (н.у.) газа.

- А. Определите массу газа, образовавшегося при действии на смесь соляной кислоты, г. Результат округлите до десятых.
Б. Определите массу алюминия в смеси, г. Результат округлите до десятых.
В. Определите массу меди в смеси, г. Результат округлите до десятых.
Г. Определите массу магния в смеси, г. Результат округлите до десятых.

23. Из 500 г 40%-ного раствора сульфата железа (II) при охлаждении выпало 100 г его кристаллогидрата (кристаллизуется с семью молекулами воды).

- А. Определите массу сульфата железа (II) в 500 г раствора, г. Результат округлите до целых.
Б. Определите массу сульфата железа (II) в выпавшем кристаллогидрате, г. Результат округлите до десятых.
В. Определите массу сульфата железа (II) оставшемся растворе, г. Ответ округлите до десятых.
Г. Определите массовую долю соли в оставшемся растворе, %. Ответ округлите до десятых.

1.1.3 Задания 11 класса

1. Общее количество положительных и отрицательных ионов, образовавшихся при полной диссоциации 0,3 моль вещества в водном растворе равно 0,9 моль.

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| А) сульфат натрия; | В) хлорид хрома (II); |
| Б) сульфат меди (II); | Г) хлорид меди (II) |

2. Сколько гидроксида калия необходимо добавить к 145 г 10%-ного раствора ортофосфорной кислоты, чтобы получить раствор только одной соли?

- | | |
|--------------|--------------|
| А) 8,4 г; | В) 25,2 г; |
| Б) 0,3 моль; | Г) 0,2 моль. |

3. Химическое равновесие в системе $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_4\text{H}_8(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) - Q$ сместится в сторону продукта реакции в случае:

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| А) понижения давления; | В) понижения температуры; |
| Б) повышения температуры; | Г) использования катализатора. |

4. Электролизу подвергли водные растворы сульфата меди (А), нитрата серебра (Б), сульфата магния (В), нитрата стронция (Г). В каких случаях произойдёт образование осадков на электродах?

5. При добавлении к какому раствору избытка H_2S выпадает осадок?

A) FeCl_2 ;

B) CuCl_2 ;

Б) NaCl ;

Г) RbCl.

6. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой $\text{NaBiO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{BiCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ и запишите сумму коэффициентов в уравнении (целое число)

7. Сокращенное ионное уравнение реакции $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$ соответствует взаимодействию веществ:

А) хлорида цинка и гидроксида меди;

Б) ацетата цинка и гидроксида калия;

В) сульфата цинка и гидроксида бария;

Г) нитрата цинка и гидроксида бария.

8. Нитрат меди (А), сульфат серебра (Б), хлорид золота (III) (В), гидроксид палладия (Г) нагрели в атмосфере гелия до 1500°C. В каких случаях произойдёт образование металлов?

9. Число пи-связей одинаково в молекулах:

A) CH_3COOH и CO ;

В) H_2SO_4 и CO_2 ;

Б) Cl_2O_7 и H_3PO_4 ;

Г) CO и C₂H₂.

10. Составьте уравнение электролитической диссоциации сульфата алюминия в водном растворе. Ответ представьте в виде суммы стехиометрических коэффициентов в уравнении. (целое число).

11. К формиату (А), хлориду (Б), бромиду (В), йодиду (Г) натрия прилили концентрированный раствор серной кислоты. В каких случаях произошло выделение газов?

12. Через подкисленный раствор дихромата калия пропустили газы – сероводород (А), аммиак (Б), кислород (В), азот (Г). В каких случаях произойдёт изменение цвета раствора?

13. В концентрированную фтороводородную кислоту поместили никель (А), алюминий (Б), титан (В), тантал (Г). Какие металлы не вступили в реакцию?

14. Оксид хрома (VI) (А), оксид хрома (III) (Б), оксид ртути (II) (В), оксид марганца (IV) (Г) нагрели до 1000°C. Какие оксиды в процессе нагревания не подвергаются разложению с выделением кислорода?

15. Назовите вещество $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

А) глицин;

Б) гликокол;

В) α -аминоуксусная кислота;

Г) 2-аминоэтановая кислота.

16. Мылами называются

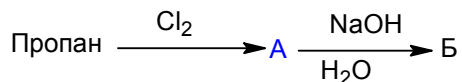
А) натриевые и калиевые соли непредельных кислот;

Б) натриевые и калиевые соли высших жирных кислот;

В) эфиры высших жирных кислот;

Г) сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот.

17. Назовите вещество Б:



а) изопропанол;

в) пропен;

б) пропанол-1;

г) дипропиловый эфир.

18. В результате кислотного гидролиза этилового эфира монохлоруксусной кислоты образуются:

А) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

В) CH_3COOH

Б) HCl

Г) ClCH_2COOH

19. Метилэтиламин реагирует с

А) щелочью;

В) водой;

Б) кислотой;

Г) аммиаком.

20. Хлорид золота (III) взаимодействует с пероксидом водорода, при этом образовалось 5,91 г золота.

А. Определите сумму коэффициентов уравнения реакции.

Б. Определите количество золота, моль. Результат округлите до сотых.

В. Определите количество образовавшегося газа, моль. Ответ округлите до тысячных.

Г. Определите объем выделившегося газа, л. Ответ округлите до тысячных.

21. Легкокипящая бесцветная жидкость «А» со своеобразным запахом, нерастворимая в воде, реагирует с хлором с образованием разных продуктов в зависимости от условий. При освещении образуется только соединение «В», в присутствии катализатора – 2 вещества – жидкость «С» и газ «D», образующий при пропускании через водный раствор нитрата серебра белый осадок.

А. Назовите вещество «А»

Б. Назовите вещество «В»

В. Назовите вещество «С» и газ «D» (через запятую)

Г. Укажите механизм реакции образования вещества «С»

22. Смесь алюминия, меди и магния массой 23,0 г подвергли действию соляной кислоты. При этом выделилось 14 л газа, измеренного при температуре 0°C и давлении $0,81 \cdot 10^5$ Па. Нерастворившийся остаток переведен в раствор концентрированной азотной кислотой. При этом выделилось 8,96 л (н.у.) газа.

А. Определите массу газа, образовавшегося при действии на смесь соляной кислоты, г. Результат округлите до десятых.

- Б. Определите массу алюминия в смеси, г. Результат округлите до десятых.
- В. Определите массу меди в смеси, г. Результат округлите до десятых.
- Г. Определите массу магния в смеси, г. Результат округлите до десятых.

23. Газ, выделившийся при бромировании бензола массой 15,5 г, полностью прореагировал с водным раствором этиламина массой 30 г с образованием продукта «А». Бромирование бензола прошло на 70%.

- А. Назовите вещество «А».
- Б. Укажите массу продукта бромирования, если его выход составляет 70%, г. Результат округлите до сотых.
- В. Укажите массу этиламина, г. Результат округлите до десятых.
- Г. Укажите массовую долю этиламина в водном растворе, %. Ответ округлите до целых.

1.2 Критерии оценки заданий зачетного тура

1.2.1 Задания 9 класса

Задание	Варианты ответов				Баллы
	А	Б	В	Г	
1		X	X		4
2	X	X	X		6
3			X	X	4
4	X	X			4
5			X		6
6	7				4
7	X				4
8			X	X	4
9				X	4
10	6				4
11		X		X	4
12	X	X		X	4
13			X		4
14		X	X		4
15	X		X		4
16	X			X	4
17		X		X	4
18		X		X	4
19			X	X	4
20	28	0,03	0,045	1,008	16
21	0,432	15,38	0,03	12, 10, 2	16
22	1,0	5,4	12,8	4,8	16
23	200	54,7	145,3	36,3	16

1.2.2 Задания 10 класса

Задание	Варианты ответов				Баллы
	А	Б	В	Г	
1		X	X		4
2	X	X	X		6
3			X	X	4
4	X	X			4
5			X		6
6	19				4
7	X				4
8		X	X	X	4
9				X	4
10	6				4
11		X		X	4
12	X	X		X	4
13			X		4
14		X			4
15	X		X		4
16	X			X	4
17	X				4
18	X			X	4
19		X	X		4
20	28	0,03	0,045	1,008	16
21	Бензол	Гексахлорциклогексан	Хлорбензол, Хлороводород	Электрофильное замещение	16
22	1,0	5,4	12,8	4,8	16
23	200	54,7	145,3	36,3	16

1.2.3 Задания 11 класса

Задание	Варианты ответов				Баллы
	А	Б	В	Г	
1	X			X	4
2	X	X	X		6
3	X	X			4
4	X	X			4
5			X		6
6	13				4
7		X		X	4
8		X	X	X	4
9			X	X	4
10	6				4
11	X	X			4
12	X	X			4
13	X	X		X	4
14		X			4
15	X	X	X	X	4
16		X			4
17	X				4
18	X			X	4
19		X	X		4
20	28	0,03	0,045	1,008	16
21	Бензол	Гексахлорциклогексан	Хлорбензол, Хлороводород	Электрофильное замещение	16
22	1,0	5,4	12,8	4,8	16
23	Бромид Этиламония	11,34	6,3	21	16

1.3 Задания итогового тура

1.3.1 Задания 9 класса

Задача № 9-1

Если произвести электроискровое распыление золота, то образуются частицы металла со средним диаметром 0,05 микрон. Сколько атомов золота содержится в каждой такой частице, если плотность золота составляет 19,3 г/см³?

(10 баллов)

Задача № 9-2

Под стеклянным колпаком помещают в открытых сосудах 400 г насыщенного раствора сульфата магния и 20 г безводного сульфата натрия. В результате поглощения паров воды сульфат натрия превращается в кристаллогидрат Na₂SO₄•10H₂O. Определите массу MgSO₄•7H₂O, выделившегося из раствора после окончания гидратации Na₂SO₄. Растворимость MgSO₄ составляет 35,5 г на 100 г воды.

(10 баллов)

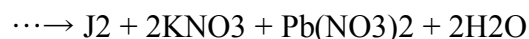
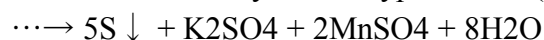
Задача № 9-3

Раствор, содержащий 2,665 г гидрата хлорида хрома (III) состава CrCl₃H₁₂O₆, при действии избытка раствора нитрата серебра образует 2,87 г осадка. Объясните данное явление, приведите координационную формулу гидрата.

(10 баллов)

Задача № 9-4

Восстановите левую часть уравнений (с учетом коэффициентов):



(10 баллов)

Задача № 9-5

Среди реактивов была найдена баночка без этикетки с белым порошком. Вещество заметно не растворялось в воде даже при нагревании, но растворялось с газовыделением в разбавленных растворах кислот: соляной, азотной, серной. Полученные растворы дают белые осадки при добавлении растворов фторида, фосфата. При прокаливании на воздуходувной горелке навески порошка уменьшение массы составило почти 60%. Остаток растворим в воде, образует щелочной раствор.

1. Какое вещество могло находиться в баночке?
2. Как можно однозначно доказать состав порошка?
3. Напишите уравнения реакций.

(10 баллов)

1.3.1. Задания 10 класса

Задача № 10-1

Предложите путь превращения пропена в каждое из следующих соединений, используя необходимые реагенты. Запишите уравнения реакций, укажите условия их протекания. Для реакций (а) и (б) напишите механизм.

а) 2-бромпропан,

- б) 1-бромпропан,
- в) 3-бром-1-пропен,
- г) пропаналь,
- д) пропиленоксид (эпоксипропан),
- е) бутиловый спирт.

(10 баллов)

Задача № 10-2

При дегидратации насыщенного спирта, имеющего нормальную цепь углеродных атомов, получается алкен, который может существовать в виде геометрических изомеров. Алкен полностью реагирует с хлороводородом, полученным из 29,25 г хлорида натрия. Если полученный алкен сжечь, то образовалось бы 56 л оксида углерода (IV) (н.у.).

Какой спирт и в каком количестве использован для получения алкена? Каково строение алкена? Напишите все уравнения реакций.

(10 баллов)

Задача № 10-3

Смесь порошков двух неметаллов массой 20 г прокалили на воздухе, получив при этом белый порошок массой 30 г и легко растворимый в воде газ. Исследование свойств продуктов прокаливания показало, что порошок не растворяется в воде, устойчив к воздействию большинства кислот, но легко реагирует со фтороводородной кислотой и растворами щелочей. Водный раствор газа обладает кислой реакцией среды, даёт белые осадки с известковой водой и водными растворами нитрата серебра, сульфата кадмия и ацетата свинца.

Используя приведённые данные, определите:

1. Какие неметаллы составляли исходную смесь?
2. Рассчитайте процентный состав смеси и объём газообразного продукта при стандартных условиях
- 3 Напишите уравнения проведённых реакций.

(10 баллов)

Задача № 10-4

С целью экономии и снижения вредного воздействия на окружающую среду после проведения экспериментов в школе отходы целесообразно использовать в качестве вторичного сырья для получения химикатов. Одним из отходов является раствор, который остается в аппарате Киппа после получения оксида углерода (IV) при взаимодействии карбоната кальция с соляной кислотой.

1. Напишите реакцию получения оксида углерода (IV).
2. Изобразите схему аппарата Киппа, подпишите составные части аппарата.
3. Рассчитайте массу безводного хлорида кальция, который можно было бы извлечь из раствора после взаимодействия 100 г карбоната кальция с соляной кислотой. При расчете примите во внимание, что используемый карбонат кальция содержит 3,5 % примесей.
4. Какое применение в школьной химической лаборатории может иметь хлорид кальция?
5. Как получают оксид углерода (IV) в промышленных масштабах? Приведите химические реакции.

(10 баллов)

Задача № 10-5

Под стеклянным колпаком помещают в открытых сосудах 400 г насыщенного раствора сульфата магния и 20 г безводного сульфата натрия. В результате поглощения паров воды сульфат натрия превращается в кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Определите массу $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, выделившегося из раствора после окончания гидратации Na_2SO_4 . Растворимость MgSO_4 составляет 35,5 г на 100 г воды.

(10 баллов)

1.3.1. Задания 11 класса

Задача № 11-1

При окислении 0,06 моль неизвестного органического вещества водным раствором перманганата калия образовалось 9,96 г оксалата калия, 13,92 г MnO_2 , 2,24 г KOH и вода. Какое вещество подверглось окислению? Напишите уравнение окисления ближайшего гомолога этого вещества кислым раствором перманганата калия.

(10 баллов)

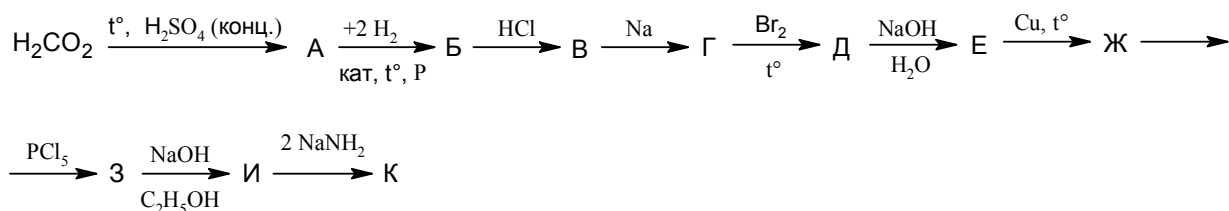
Задача № 11-2

16,3 г смеси α -аминокислоты и первичного амина (молярное соотношение 3:1) могут прореагировать с 20 г 36,5%-ной соляной кислоты. Определите качественный и количественный состав (в граммах) смеси, если известно, что оба вещества содержат одинаковое число атомов углерода.

(10 баллов)

Задача № 11-3

Расшифруйте схему, напишите уравнения реакций.



(10 баллов)

Задача №11-4

Провели электролиз раствора KI массой 1 кг с массовой долей растворенного вещества 50 %. При этом сила тока составляла 5 А, а время электролиза – 5 ч 21 мин 40 с. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах, и суммарного процесса в ионно-молекулярном и молекулярном видах. Считая выход по току равным 100 %, рассчитайте массы продуктов электролиза и массовые доли продуктов, оставшихся в растворе.

(10 баллов)

Задача №11-5

Начальная скорость химической реакции между водородом и парами хлора выражается

кинетическим уравнением: $w = k[\text{H}_2][\text{Cl}_2]^{\frac{1}{2}}$

Скорость реакции определяли при одной и той же температуре в четырех пробах газовой смеси:

в стехиометрической смеси реагентов, которую обозначим (1);

в смеси (1) с добавлением равного ей объема водорода;

в смеси (1) с добавлением равного ей объема паров хлора;
в смеси (1) при четырехкратном сжатии.

Найдите численное отношение начальных скоростей реакции во всех четырех случаях – w_1 : w_2 : w_3 : w_4 . Определите размерность константы скорости K , если скорость реакции выражена в моль/л·с, а концентрации реагентов даны в моль/л.

(10 баллов)

1.4. Критерии оценки заданий итогового тура

1.4.1. Задания 9 класса

Задача № 9-1

$$\begin{aligned} 0,05 \text{ мкм} &= 5 \text{ мксм} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ см} \\ r_{\text{частицы}} &= (5 \cdot 10^{-6})/2 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ см} \\ V &= (4/3)\pi r^3 = (4/3) \cdot 3,14 \cdot (2,5 \cdot 10^{-6})^3 = 65,417 \cdot 10^{-18} \text{ (см}^3\text{)} \\ m(\text{Au}) &= 65,417 \cdot 10^{-18} \cdot 197 = 12,887 \cdot 10^{-18} \text{ (г)} \\ n(\text{Au}) &= 12,887 \cdot 10^{-18} / 197 = 6,54 \cdot 10^{-21} \text{ (моль)} \\ N_{\text{атомов}} &= n(\text{Au}) \cdot N_A = 6,54 \cdot 10^{-21} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 4 \cdot 10^3 \text{ атомов} \end{aligned}$$

Разбалловка:

Расчет $V_{\text{частицы}}$

3 балла

Расчет m и n золота по 2 балла

2·2 балла = 4 балла

Расчет $N_{\text{атомов}}$

3 балла

Σ 10 баллов

Задача № 9-2

$$M(\text{MgSO}_4) = 120 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль}$$

Пропорция: 142 г Na_2SO_4 содержит 180 г H_2O

$$20 \text{ г } \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ содержит } X \text{ г } \text{H}_2\text{O}$$

$$X = (180 \cdot 20) / 142 = 25,35 \text{ (г)}$$

$m_{\text{р-ра}}$ после поглощения паров воды:

$$400 \text{ г} - 25,35 \text{ г} = 374,65 \text{ г.}$$

Раствор пересыщенный, избыток MgSO_4 осадится в виде $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Пусть X г – масса MgSO_4 в осадке,

Y г – масса кристаллогидрата в осадке.

Пропорция: 120 г MgSO_4 содержится в 246 г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$$X \text{ г } \text{MgSO}_4 \text{ содержится в } Y \text{ г } \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

$$X = (120/246) \cdot Y = 0,49 \cdot Y.$$

$m(\text{MgSO}_4)$ в исходном растворе:

$$\text{В } 135,5 \text{ г насыщенного раствора} - 35,5 \text{ г } \text{MgSO}_4$$

$$\text{В } 400 \text{ г насыщенного раствора} - m \text{ г } \text{MgSO}_4$$

$$m = (35,5 \cdot 400) / 135,5 = 104,8 \text{ г.}$$

В новом растворе:

$$\text{В } 135,5 \text{ г насыщенного раствора} - 35,5 \text{ г } \text{MgSO}_4$$

$$\text{В } (374,65 - Y) \text{ г насыщенного раствора} - (104,8 - X) \text{ г } \text{MgSO}_4$$

$$\frac{135,5}{374,65 - Y} = \frac{35,5}{104,8 - X}, \text{ так как } X = 0,49 \cdot Y,$$

$$\frac{135,5}{374,65 - Y} = \frac{35,5}{104,8 - 0,49Y}$$

$Y = 29,14$ (г) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ осадится.

Разбалловка:

За расчет $m(\text{H}_2\text{O})$

1 балл

За расчет $m(\text{MgSO}_4)$ в исходном растворе

2 балла

За составление уравнения для расчета $m_{\text{осадка}}$
кристаллогидрата

5 баллов

За правильный ответ

2 балла

Σ 10 баллов

Задача № 9-3

$M(\text{CrCl}_3\text{H}_{12}\text{O}_6) = 266,5$ г/моль

$M(\text{AgCl}) = 143,5$ г/моль

$n_1(\text{CrCl}_3\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,665/266,5 = 0,01$ моль

$n_2(\text{AgCl}) = 2,87/143,5 = 0,02$ моль

$n_1 : n_2 = 0,01 : 0,02 = 1 : 2,$

Следовательно, осаждается 2 моль Cl^- из внешней сферы комплекса. Координационное число катиона Cr^{3+} равно 6.

Координационная формула:

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}.$

Разбалловка:

За расчет n_1

1 балл

За расчет n_2

1 балл

За определение количества Cl^-
во внешней сфере

3 балла

За составление координационной формулы

5 баллов

Σ 10 баллов

Задача № 9-4

$5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ (1)

$\text{FeCl}_2 + \text{NaNO}_2 + 2\text{HCl}$ (2)

$2\text{KJ} + \text{PbO}_2 + 4\text{HNO}_3$ (3)

Разбалловка:

За 1 и 3 уравнения по 3 балла

2·3 балла = 6 баллов

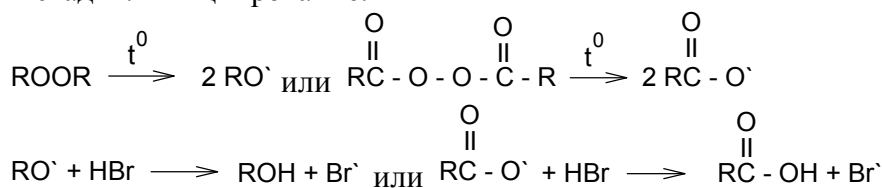
За 2 уравнение

4 балла

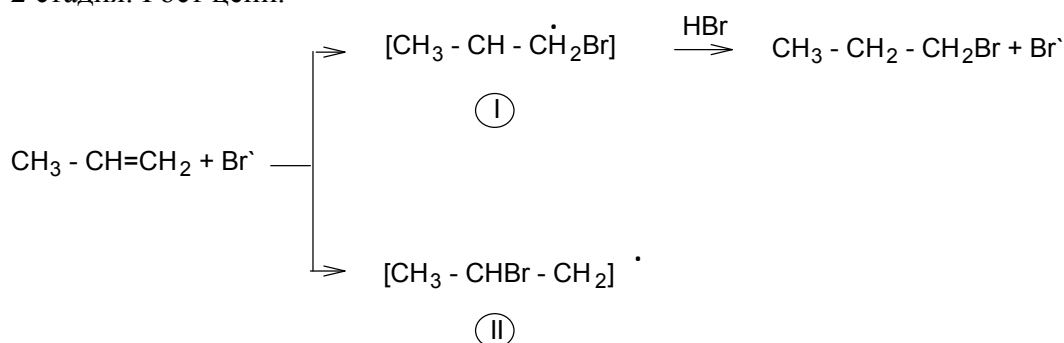
Σ 10 баллов

Реакция свободнорадикального присоединения HBr к несимметричным алкенам протекает против правила Марковникова. Идет через промежуточно образующийся более стабильный радикал (I). Это цепная реакция.

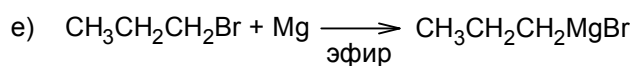
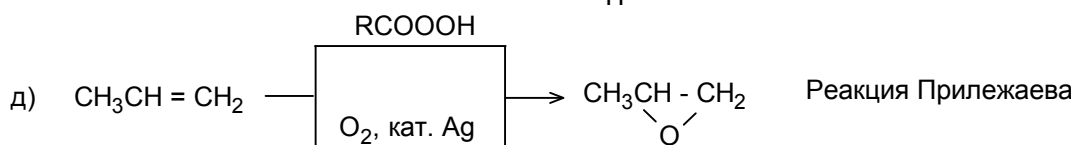
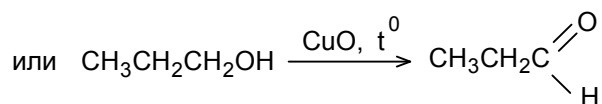
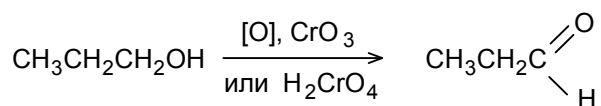
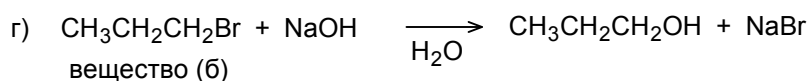
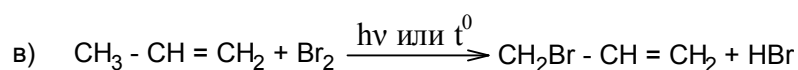
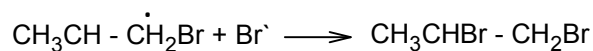
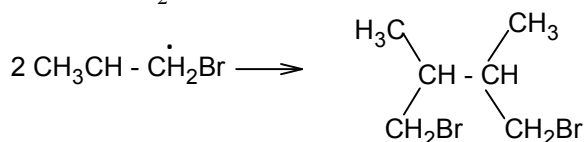
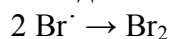
1 стадия. Инициирование.

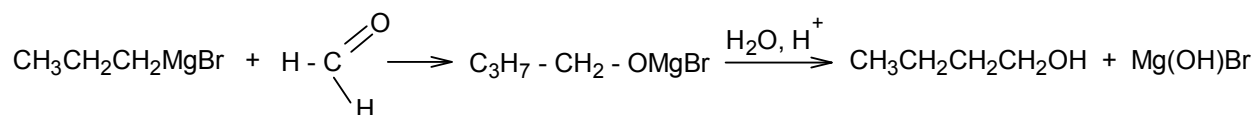


2 стадия. Рост цепи.



3 стадия. Обрыв цепи.



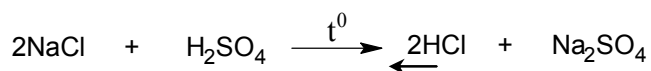
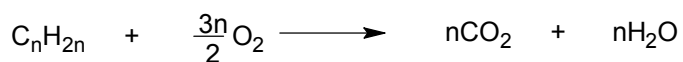
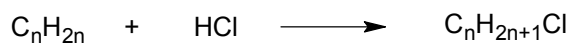
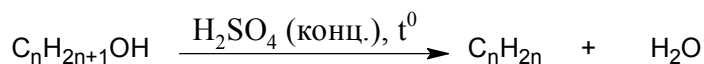
**Разбалловка:**

Каждое уравнение по 1 баллу

6 баллов

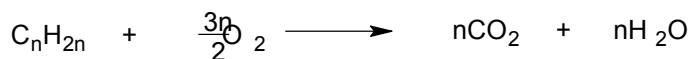
Механизм реакции по 2 балла

4 балла

 Σ 10 баллов**Задача № 10-2**

$$\nu(\text{NaCl}) = \frac{29,25 \text{ г}}{58,5 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = \nu(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = \nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaCl}) = 0,5 \text{ моль}$$



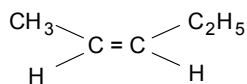
$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{56 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 2,5 \text{ моль}$$

Пропорция:

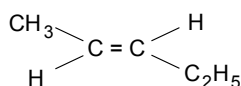
$$0,5 \text{ моль } \text{C}_n\text{H}_{2n} - 2,5 \text{ моль } \text{CO}_2,$$

$$1 \text{ моль } \text{C}_n\text{H}_{2n} - 5 \text{ моль } \text{CO}_2, \text{ значит } n = 5.$$

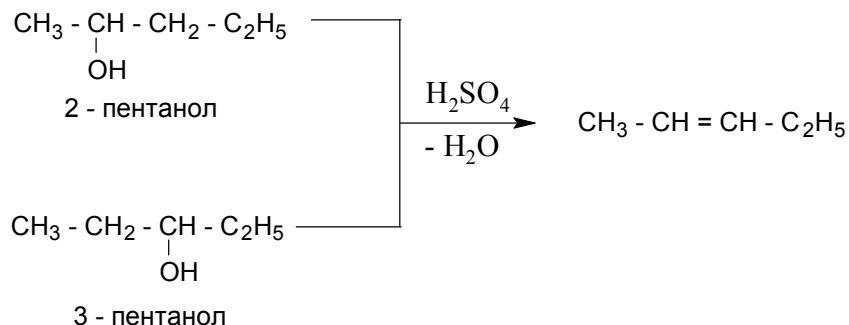
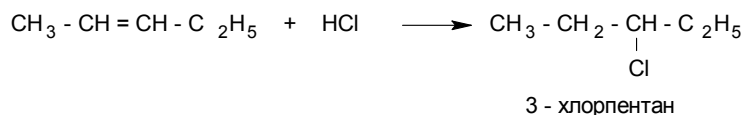
Следовательно, формула алкена C_5H_{10} , получен из пентилового спирта нормального строения. Поскольку он может существовать в виде геометрических изомеров, то его формула:



цис - пент - 2 - ен



транс - пент - 2 - ен



Для исходного спирта возможны обе формулы, т.е. это может быть и 2 – пентанол и 3 – пентанол.

Разбалловка:

За написание уравнений реакций	5 баллов
За нахождение количества спирта	1 балл
За нахождение молекулярной формулы алкена	2 балла
За рассуждения, приводящие к нахождению строения углеводорода	1 балл
За правильный вывод о строении спирта	1 балл

Σ 10 баллов

Задача № 10-3

1) Прокаливание на воздухе смеси неметаллов привело к образованию оксидов. Первый оксид находится в твёрдом агрегатном состоянии, второй – в газообразном. Свойства твёрдого оксида – белый цвет, взаимодействие с растворами фтороводородной кислоты и щелочей указывают на то, что это SiO_2 , а газообразный оксид, водный раствор которого обладает кислой реакцией среды, реагирует с известковой водой и растворами солей, образуя осадки, напоминает CO_2 . Следовательно, исходная смесь состояла из порошков кремния и углерода.

2) По массе оксида кремния рассчитаем массы кремния и углерода в исходной смеси

$$\begin{aligned} M_r(\text{SiO}_2) &= 60 \text{ г/моль содержит } M_r(\text{Si}) = 28 \text{ г/моль,} \\ m(\text{SiO}_2) &= 30 \text{ г содержит } m(\text{Si}) = (30 \cdot 28) / 60 = 14 \text{ г.} \end{aligned}$$

Масса углерода составляет

$$m(\text{C}) = m(\text{смеси}) - m(\text{SiO}_2) = 20 - 14 = 6 \text{ г.}$$

Процентный состав

$$\omega(\text{SiO}_2) = \frac{\omega(\text{SiO}_2)}{m(\text{смеси})} \cdot 100 \% = \frac{14}{20} \cdot 100 = 70 \%,$$

$$\omega(C) = \frac{\omega(C)}{m(\text{смеси})} \cdot 100 \% = \frac{6}{20} \cdot 100 = 30 \%$$

3) Газообразным продуктом прокалывания исходной смеси является CO_2

а) рассчитаем количество образовавшегося CO_2

1 моль CO_2 содержит 12 г С,

n моль CO_2 содержит 6 г С

$$n(\text{CO}_2) = \frac{1 \cdot m(C)}{M_r(C)} = \frac{1 \cdot 6}{12} = 0,5 \text{ моль}.$$

б) учитывая стандартные условия, рассчитаем объём CO_2 по уравнению Клапейрона – Менделеева

$$PV = nRT \Rightarrow V = nRT/P = (0,5 \cdot 8,314 \cdot 298) / 101,325 = 12,223 \text{ л}.$$

4) Запишем уравнения проведённых реакций

$\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$	$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
$\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
$\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
	$\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{HNO}_3$
	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CdSO}_4 \rightarrow \text{CdCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightarrow \text{PbCO}_3 \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$

Разбалловка

Определение неметаллов, составляющих смесь

2 балла

Расчет процентного состава

1,5 балла

Расчёт объёма CO_2

2 балла

Уравнения реакций

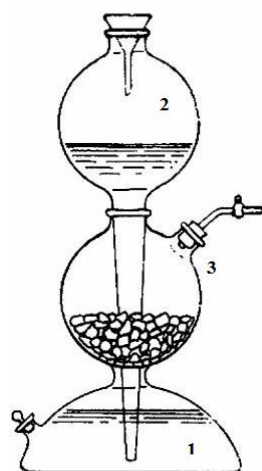
0,5*9=4,5 балла

10 баллов

Задача № 10-4

1. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1 балл)

2.



Состоит из сосуда (1), шаровой воронки (2) и тубус (3). Через тубус засыпают мрамор, а в шаровую воронку - соляную кислоту. Оксид углерода (IV) выходит через тубус.

(2 балла)

3. Массу безводного хлорида кальция вычисляем по уравнению реакции – п.1.

Находи массу примесей:

(1 балл)

тогда масса чистого карбоната кальция

(1 балл)

$M(\text{CaCO}_3) = 100,09$ г/моль и $M(\text{CaCl}_2) = 110,98$ г/моль.

По уравнению реакции получаем:

Ответ: можно извлечь 107 (г) безводного CaCl_2 **(1 балл)**

4. Безводный хлорид кальция используется в лаборатории для осушки газов (за исключением аммиака) и органических жидкостей, а также в охлаждающих смесях. **(2 балла)**

5. CO_2 в промышленности получают:

сжиганием угля – $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$; **(1 балл)**

при обжиге известняка – $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ **(1 балл)**

Всего 10 баллов

Задача № 10-5

$M(\text{MgSO}_4) = 120$ г/моль

$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246$ г/моль

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142$ г/моль

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322$ г/моль

Пропорция: 142 г Na_2SO_4 содержит 180 г H_2O

20 г Na_2SO_4 содержит X г H_2O

$$X = (180 \cdot 20) / 142 = 25,35 \text{ (г)}$$

$m_{\text{р-ра}}$ после поглощения паров воды:

$$400 \text{ г} - 25,35 \text{ г} = 374,65 \text{ г.}$$

Раствор пересыщенный, избыток MgSO_4 осадится в виде $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Пусть X г – масса MgSO_4 в осадке,

Y г – масса кристаллогидрата в осадке.

Пропорция: 120 г MgSO_4 содержится в 246 г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

X г MgSO_4 содержится в Y г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$$X = (120/246) \cdot Y = 0,49 \cdot Y.$$

$m(\text{MgSO}_4)$ в исходном растворе:

В 135,5 г насыщенного раствора – 35,5 г MgSO_4

В 400 г насыщенного раствора – m г MgSO_4

$$m = (35,5 \cdot 400) / 135,5 = 104,8 \text{ г.}$$

В новом растворе:

В 135,5 г насыщенного раствора – 35,5 г MgSO_4

В $(374,65 - Y)$ г насыщенного раствора – $(104,8 - X)$ г MgSO_4

$$\frac{135,5}{374,65 - Y} = \frac{35,5}{104,8 - X}, \text{ так как } X = 0,49 \cdot Y,$$

$$\frac{135,5}{374,65 - Y} = \frac{35,5}{104,8 - 0,49Y}$$

$Y = 29,14$ (г) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ осадится.

Разбалловка:

За расчет $m(\text{H}_2\text{O})$ 1 балл
За расчет $m(\text{MgSO}_4)$ в исходном растворе 2 балла

За составление уравнения для расчета $m_{\text{осадка}}$ кристаллогидрата 5 баллов

За правильный ответ 2 балла

Σ 10 баллов

1.4.3. Задания 11 класса

Задача № 11-1

Решение заключается в том, чтобы по коэффициентам в правой части уравнения восстановить левую часть:

$$n(\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 9,96 : 166 = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{MnO}_2) = 13,92 : 87 = 0,16 \text{ моль}$$

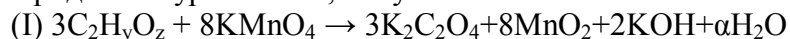
$$n(\text{KOH}) = 2,24 : 56 = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{орг. в-во}) = 0,06 \text{ моль}$$

Исходя из состава продуктов и их мольных соотношений, можем записать уравнение:



Продолжая уравнивать, получаем



Уравнивая количество атомов Н и О имеем:

$$\begin{cases} 3y = 2 + 2\alpha & (\text{для Н}) \\ 3z + 32 = 12 + 16 + 2 + \alpha & (\text{для О}) \end{cases}$$

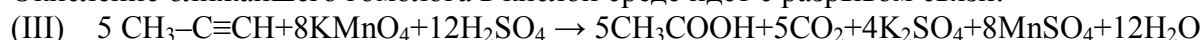
$$\begin{cases} y = 2z + 2 \\ \alpha = 3z + 2 \end{cases}$$

Тогда уравнение имеет вид:



- При $z=0$ вещество $\text{HC}\equiv\text{CH}$; удовлетворяет химическому содержанию задачи. Ацетилен окисляется водным раствором перманганата калия до оксалата калия.

Окисление ближайшего гомолога в кислой среде идет с разрывом связи:



- При $z=1$ формула $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$. Это может быть:

Уксусный альдегид $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$, не подходит, так как окисляется до ацетата калия.

Или оксеран CH_2-CH_2 с мостиком кислорода, который при окислении даёт оксалат калия.

- При $z=2$ всем условиям отвечает этиленгликоль $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$.

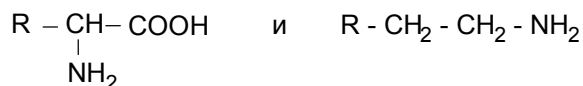
Разбалловка:

- | | |
|---|---------|
| 1. Нахождение количества веществ исходного вещества и продуктов | 1 балл |
| 2. Уравнение (II) | 3 балла |
| 3. За формулу ацетилен | 2 балла |
| (Если к формуле ацетилен участник пришел другим обоснованным путём) | 5баллов |
| 4. За уравнение (III) | 2 балла |
| 5. За формулу оксерана | 1 балл |
| 6. За формулу этиленгликоля | 1 балл |

Σ 10 баллов

Задача № 11-2

I. Учитывая равное количество атомов углерода можно записать формулы веществ:



$$M_{\text{ам.к-ты}} = M_{\text{R}} + 74; \quad M_{\text{амин}} = M_{\text{R}} + 44$$

II. $n(\text{HCl}) = 0,2$ моль, тогда

$$n(\text{к-та+амин}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{ам.к-та}) = 0,15 \text{ моль}$$

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

III. Найдем массу смеси:

$$0,15 \cdot (M_{\text{R}} + 74) + 0,05 \cdot (M_{\text{R}} + 44) = 16,3$$

$$M_{\text{R}} = 15 \rightarrow \text{R} = -\text{CH}_3$$



V. – α-аминопропионовая, а амин $(\text{C}_3\text{H}_7)\text{NH}_2$ пропиламин или изопропиламин

$$m(\text{ам. к-та}) = 13,35 \text{ г}$$

$$m(\text{амин}) = 2,95 \text{ г}$$

Разбалловка:

- | | |
|--|----------------|
| 1. Нахождение количества вещества HCl | 1 балл |
| 2. Нахождение количеств веществ аминокислоты и амина | 2·1балл=2балла |
| 3. Нахождение формулы аминокислоты | 3 балла |

4. За формулу амина (с указанием изомеров) 2·1,5=3балла
 5. Нахождение массы кислоты и амина 2·0,5=1балл

Σ10 баллов

Задача № 11-3

1. $\text{HC} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{smallmatrix} \xrightarrow{t^\circ, \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})} \text{CO} + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{A})$
2. $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ} \text{CH}_3\text{OH} \quad (\text{Б})$
3. $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl} \xrightarrow{\text{P}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{В})$
4. $2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3 + 2\text{NaCl} \quad (\text{Г})$
5. $\text{CH}_3-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Br} + \text{HBr} \quad (\text{Д})$
6. $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr} \quad (\text{Е})$
7. $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{Cu}, t^\circ} \text{CH}_3-\text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{smallmatrix} + \text{H}_2 \quad (\text{Ж})$
8. $\text{CH}_3-\text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{smallmatrix} + \text{PCl}_5 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CHCl}_2 + \text{POCl}_3 \quad (\text{З})$
9. $\text{CH}_3-\text{CHCl}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{CH} \equiv \text{CH} + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{И})$
10. $\text{CH} \equiv \text{CH} + 2\text{NaNH}_2 \longrightarrow \text{NaC} \equiv \text{CNa} + 2\text{NH}_3 \quad (\text{К})$

Разбалловка:

За каждое уравнение 1 балл

10·1 балл
Σ 10 баллов

Если вещество указано верно, но в уравнении ошибки – 0,5 балла (за в-во).

Задача №11-4

1) Напишем уравнения реакций, протекающих на электродах и суммарный процесс

на катоде: $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow$,на аноде: $2\text{I}^- - 2\bar{e} = \text{I}_2$,суммарно: $2\text{I}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$,

в молекулярном виде:

 $2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\uparrow + 2\text{KOH}$.2) Используя законы Фарадея вычислим массы H_2 и I_2 , образовавшихся за 5 ч 21 мин 40 с (или 19300 с) и массу накапливающегося KOH: $m(\text{H}_2) = (M_r(\text{H}_2) \cdot I \cdot \tau) / (n_e F) = (2 \cdot 5 \cdot 19300 \cdot 1) / (2 \cdot 96485) = 1 \text{ г.}$ $m(\text{I}_2) = (M_r(\text{I}_2) \cdot I \cdot \tau) / (n_e F) = (254 \cdot 5 \cdot 19300 \cdot 1) / (2 \cdot 96485) = 127 \text{ г.}$ Так как образуется по 0,5 моль H_2 и I_2 , количество накапливающегося KOH составляет по суммарному уравнению 1 моль, следовательно его масса равна молярной ($M_r(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$).

3) Рассчитаем конечную массу раствора, учитывая её понижение за счёт удаляющегося водорода и массовые доли йода и гидроксида калия – продуктов, остающихся в растворе

 $m(\text{раствора}) = 1000 - 1 = 999 \text{ г.}$ $\omega(\text{I}_2) = (127 \cdot 100) / 999 = 12,7127 \%$, $\omega(\text{KOH}) = (56 \cdot 100) / 999 = 5,6056 \%$.

Разбалловка:

- | | |
|---|--------------------|
| 1) Запись уравнений реакций, протекающих на электроде и суммарного процесса | 4 балла. |
| 2) Расчёт масс продуктов | 4 балла. |
| 3) Расчёт массовых долей продуктов, накапливающихся в растворе | 2 балла. |
| | Σ10 баллов. |

Задача №11-5

Проба 1 – смесь содержит по 1 моль каждого газа, т.е. по V (л/моль) (V – молярный объем). Тогда общий объем смеси составляет $2V$, а концентрация каждого компонента

$$w_1 = K \left[\frac{1}{2V} \right] \cdot \left[\frac{1}{2V} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{K}{V^{\frac{3}{2}}} \cdot \left[\frac{1}{2} \right]^{\frac{3}{2}}$$

(1,5 балла)

Проба 2 – смешали 3 мольных объема водорода с одним мольным объемом паров хлора.

Общий объем – $4V$, а концентрации газов в смеси равны моль/л (H_2) и моль/л (Cl_2).

$$w_2 = K \left[\frac{3}{4V} \right] \cdot \left[\frac{1}{4V} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{K}{V^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{3}{4^{\frac{3}{2}}}$$

(1,5 балла)

Проба 3 – концентрации «меняются местами».

$$w_3 = K \left[\frac{1}{4V} \right] \cdot \left[\frac{3}{4V} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{K}{V^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{3^{\frac{1}{2}}}{2^{\frac{3}{2}}}$$

(1,5 балла)

Проба 4 – при сжатии концентрации компонентов выросли в 4 раза и составили по моль/л.

$$w_4 = K \left[\frac{2}{V} \right] \cdot \left[\frac{2}{V} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{K}{V^{\frac{3}{2}}} \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

(1,5 балла)

Введем константу $K' = \frac{K}{V^{\frac{3}{2}}}$, тогда отношение скоростей:

$$w_1 : w_2 : w_3 : w_4 = K' \cdot \frac{1}{2^{\frac{3}{2}}} : K' \cdot \frac{3}{2^{\frac{3}{2}}} : K' \cdot \frac{3^{\frac{1}{2}}}{2^{\frac{3}{2}}} : K' \cdot 2^{\frac{3}{2}} = 1 : 1.06 : 0.61 : 8.08$$

(2 балла)

Из ответа следует, что добавление H_2 ускоряет реакцию, а Cl_2 – замедляет.

Размерность константы скорости (разделить размерность скорости на произведение размерностей концентраций, возведенных в указанные степени).

(2 балла)

Всего 10 баллов.

2. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

2.1 Задания Теоретического тура

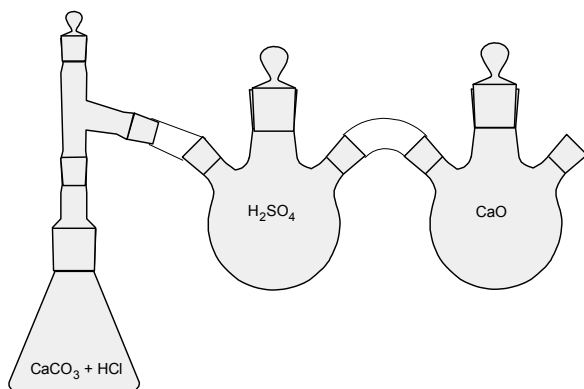
2.1.1 Задания 9 класса

Задача № 9-1

Чем мы пишем на доске?

Учитель предложил трем ученикам определить содержание карбоната кальция в школьном меле.

Вася собрал установку, изображенную на рисунке. В колбу поместил 1,025 г измельченного мела и прилил 25 мл 1М соляной кислоты и нагревал до полного растворения частиц мела. Привес трубки с прокаленным CaO составил 0,440 г.



Федя взял 1,090 г измельченного мела, прилил 20 мл 1М соляной кислоты и нагрел. Полученную смесь охладил и прилил 20 мл 30% раствора серной кислоты. Затем отфильтровал осадок, промыл и прокалил. Масса осадка составила 1,243 г.

Сережа навеску измельченного мела (0,997 г) прокалил в фарфоровом тигле на газовой горелке ($t=1000^{\circ}\text{C}$ г). После охлаждения прокаленный остаток взвесил, его масса составила 0,507 г.

1. Определите содержание CaCO_3 в меле полученное каждым учеником.
2. У кого из учеников значение ближе всего к истинному? В чем состоят ошибки других учеников? Напишите уравнения всех реакций.
3. Для чего нужна склянка с концентрированной серной кислотой в установке Васи?
4. Может ли сказаться на результатах определения объем соляной кислоты добавляемой Васей и Федей.

Задача № 9-2

О превращениях солей.

104 г медного купороса растворили в 1 литре воды. В полученный раствор поместили стальную пластинку массой 25.5 г ($\omega(\text{Fe})=98\%$). После того как пластинку вынули, её масса составила 27.35 г.

Какое количество твердых солей можно получить при испарении полученного раствора в изотермических условиях.

Задача № 9-3

Термическое разложение химически чистых образцов солей калия – хлората, бромата и йодата приводит к образованию в каждом случае двух продуктов (1,2,3). При этом масса первого образца не меняется, а второго и третьего – убывают. Объем выделяющегося газа одинаков при разложении равных количеств образцов, а сам газ не обладает цветом запахом и вкусом. Один из продуктов разложения хлората калия хорошо растворяется в воде, другой – малорастворим. Остаточные продукты разложения бромата и йодата калия легко образуют растворы с водой. Прибавление к трём полученным растворам водного раствора ацетата свинца сопровождается образованием в первом и втором белых осадков (4,5), в третьем – жёлтого (6). Если же эти растворы подкислить разбавленной серной кислотой и прибавить к ним раствор перманганата калия, наблюдается исчезновение окраски, характерной для перманганат-ионов, образование удушливого жёлто-зелёного газа в первом растворе (7), оранжевое окрашивание второго (8) и выпадение тёмно фиолетовых, блестящих кристаллов в третьем (9). Малорастворимый продукт разложения хлората калия, в смеси с порошком древесного угля образует горючий состав (10), а с порошками магния, алюминия и ниобия – взрывчатые (11,12,13).

Используя представленные данные, определите, какие вещества являются продуктами термического разложения хлората, бромата и йодата калия, укажите к какому

типу окислительно-восстановительных реакций относятся реакции термического разложения, напишите уравнения, упоминаемых в условии задачи реакций. Рассчитайте потерю массы второго и третьего образцов (в процентах) при их термическом разложении.

Задача № 9-4

Для проведения химических опытов Буратино потребовался газ X, образующийся при сжигании сероводорода. Перед тем, как набрать полученный газ X в закрытую притертой крышкой колбу объемом 1,12 дм³, Буратино взвесил колбу. Масса колбы, закрытой крышкой, составила 257,90 г. Затем Буратино взвесил колбу, заполненную газом X с пробкой. Масса колбы оказалась равна 259,65 г. После этого Буратино растворил собранный в колбе газ X в 0,0182 дм³ раствора NaOH с массовой долей 10 % ($\rho = 1,1002$ г/см³). Измерения массы и заполнение газом колбы Буратино проводил при н.у.

1. Рассчитайте молекулярную массу неизвестного для Буратино газа X, используя полученные им данные.

2. Определите массу газа X и назовите его.

3. Назовите образовавшуюся соль при растворении газа в щелочи, запишите уравнение реакции образования данной соли. Какова ее массовая доля в растворе?

4. Какую соль получит Буратино, если он использует для опыта 0,0406 дм³, а не 0,0182 дм³ раствора NaOH (запишите уравнение реакции)?

Задача № 9-5

В химическую колбу налили 108 г воды и насытили ее хлороводородом массой 3,65 г. Степень диссоциации хлороводородной кислоты в полученном растворе равна 78%, диссоциацией воды можно пренебречь.

1. Какие химические частицы находятся в этом растворе?

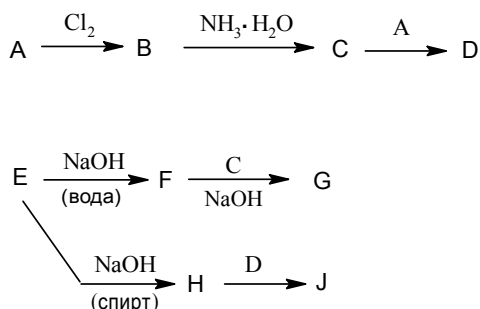
2. Рассчитайте количество каждого вида этих частиц.

3. Рассчитайте общее число всех частиц в растворе (ответ представить в виде чисел, содержащих пять значащих цифр).

2.1.2. Задания 10 класса

Задача № 10-1

Рассмотрите схемы превращений:



Известно, что А – простое вещество красного цвета. J – нерастворимое в воде, взрывчатое в сухом состоянии бинарное соединение.

Определите вещества А – J. Напишите уравнения реакций.

Задача № 10-2

Для защиты от кислотных дождей памятники покрывают специальной пастой. Для ее приготовления используют смесь двух сухих веществ А и В. Вещество А впервые было получено Велером в 1828 г. Массовые доли химических элементов, входящих в состав смеси, составляют:

Вa – 0,593; С – 0,052; N – 0,121; O – 0,208; H – 0,026.

1. Рассчитайте элементный состав смеси в пересчете на 1 атом бария.
2. Установите формулы веществ А и В, назовите их.
3. Каков состав пасты, получаемой при взаимодействии веществ А и В в воде. Известно, что паста – это мелкодисперсный осадок. Приведите уравнение реакции.
4. Каков основной компонент кислотных дождей? Как он получается из SO₂, попадающего в атмосферу?
5. Каким образом смесь веществ А и В нейтрализует действие кислотных дождей? Приведите уравнение реакции.
6. Каким путем Велер получил вещество А?
7. В какой области народного хозяйства используют вещество А?
8. Как получают вещество А в промышленности? Напишите уравнение реакции.
9. Известно, что соли тяжелых металлов ядовиты, но одно из соединений бария (какова его формула? Назовите) используется как рентгеноконтрастное вещество при диагностике заболеваний пищевода и желудка. Какое свойство этого соединения позволяет не опасаться за здоровье пациента?

Задача № 10-3

Природная вода – сложная дисперсная система, содержащая множество разнообразных минеральных и органических примесей. Взвешенные твердые примеси, присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, суспендированных органических и неорганических веществ, планктона и различных микроорганизмов. Из природных вод, содержащих ионы меди и циркулирующих в известняках, осаждаются малахит и азурит.

Наличие в природной воде солей кальция и магния обуславливает ее жесткость. Как Вам известно, различают временную и постоянную жесткость воды. В России жесткость воды выражают в ммоль/л. В жесткой воде обычное натриевое мыло превращается (в присутствии ионов кальция) в нерастворимое «кальциевое мыло», образующее бесполезные хлопья. И, пока таким способом не устранится вся кальциевая жесткость воды, образование пены не начнется. На 1 ммоль/л жесткости воды для такого умягчения воды теоретически затрачивается 305 мг мыла. Но, конечно, основные неприятности – от накипеобразования.

Жесткость воды устраняют физическими и химическими методами. Временная жесткость устраняется кипячением воды, а химическое умягчение основано на введение в воду реагентов, обогащающих ее анионами CO₃²⁻ и OH⁻, в результате чего образуются малорастворимые CaCO₃ и Mg(OH)₂. Для этого природную воду обрабатывают гашеной известью или содой.

1. Напишите формулы малахита и азурита.
2. Составьте уравнения реакций осаждения малахита и азурита из природных вод, которые содержат ионы меди.
3. Рассчитайте тепловой эффект реакций, полученных в п.2 (воспользуйтесь приложением).

4. Приведите химические реакции, которые лежат в основе физического и химического устранения жесткости (по одной реакции для каждого метода).

5. Вычислите временную жесткость воды для пробы воды, содержащей в 500 л 202,5 г гидрокарбоната кальция.

Рассчитайте, сколько мыла понадобится для умягчения воды с жесткостью, полученной в п.5.

Приложение.

Энтальпии образования некоторых веществ.

Вещество	$\Delta H_{f,298}^{\circ}$, кДж/моль
Cu^{2+}	66,94
OH^{-}	– 230,02
CO_3^{2-}	– 676,64
HCO_3^{-}	– 691,28
O_2 (г.)	0
H_2O (ж.)	– 285,83
Ca	0
CaCO_3 (кальцит)	– 1206,83
CaO (кр.)	– 635,09
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (кр.)	– 985,12
малахит	– 1051,00
азурит	– 1630,93

Задача № 10-4

5,08 г сплава натрия с алюминием растворили в 62,0 мл раствора хлорида ртути (II), имеющего плотность 1,053 г/мл и содержащего 5,00 масс. % соли. В результате выделилось 4,66 л (н.у.) газа. Найти массовые доли металлов в сплаве, состав выпавшего осадка и массовые доли веществ в полученном растворе, с учетом того, что ртуть восстановилась полностью.

Задача № 10-5

При растворении в горячей воде 3,00 г оксида некоторого элемента А выделяется газ В и образуется раствор вещества С. Газ В при смешивании с газообразным йодоводородом образует 2,21 г бесцветных кристаллов D, разлагающихся водой. При добавлении к раствору С подкисленного раствора парамолибдата аммония происходит выделение 76,3 г (в пересчете на безводную соль) желтого осадка Е.

1. Определите состав оксида А, веществ В, С, D, Е; изобразите структурную формулу А;
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций;
3. Как оксид А реагирует с холодной водой? Напишите уравнение реакции.

2.1.3. Задания 11 класса

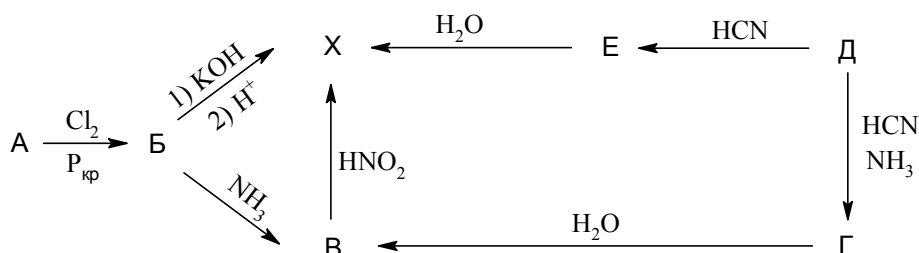
Задача № 11-1

Алкен А массой 5,6 г. прореагировал с 8,1 г. бромистого водорода. Полученное вещество Б обработали металлическим натрием и получили углеводород В.

1. Изобразите структурную формулу алкена А, укажите изомеры.
2. Приведите структурные формулы веществ Б и В.
3. Зависит ли строение Б и В от условий реакции А с HBr, ответ поясните. Укажите механизмы реакций.
4. Напишите уравнения реакций всех превращений.

Задача № 11-2

Вещество X можно получить различными путями по схеме:



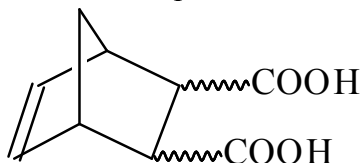
Соединение А содержит 48,6% С; 8,15% Н и 43,5% О и при действии оксида серебра образует соль серебра.

Соединение Д содержит 54,55% С; 9,09% Н и 36,37% О. Оно реагирует с гидросульфитом натрия, образуя гидросульфитное соединение, содержащее 21,6% S.

Определите структурные формулы всех веществ, напишите уравнения всех превращений.

Задача № 11-3

Стереохимию органических соединений можно иногда определить путем изучения их химического поведения. Стереохимическая конфигурация одного из изомеров 5-нонборнен-2,3-дикарбоновой кислоты (соединение X)



(стереохимическая конфигурация не показана) была изучена с помощью следующих экспериментов.

При нагревании данное вещество разлагается с образованием воды и нового соединения Y. Соединение Y медленно растворяется в избытке водного раствора NaOH с образованием продукта X₁, аналогичного тому, что образуется в реакции X с NaOH. Полученный раствор X₁ обработали I₂ с образованием веществ, содержащих иод. Окисление раствора привело к образованию смеси двух изомерных соединений А и В в соотношении 3:1. Полученное соединение обработали водным раствором щелочи и получили соединение А₁. При нагревании соединение А медленно превращается в соединение С, которое не содержит иода и способно вступать в реакцию с водой. Соединение В в этих же условиях не реагирует, однако при нагревании с соляной кислотой медленно превращается в А.

1. Отметьте звездочкой (*) асимметрические атомы углерода в структурах 5-нонборнен-2,3-дикарбоновых кислот.

2. Нарисуйте стереохимические формулы всех стереоизомеров соединения X и структуры продуктов их дегидратации в тех случаях, где это возможно.

3. Напишите уравнения реакций NaOH со стереоизомерами X и Y.

4. Напишите уравнение реакции превращения X₁ в А₁.

5. Напишите уравнение реакции образования вещества С из А и реакции С с водой.

6. Изобразите стереохимическую формулу соединения X, которая удовлетворяет всем условиям задачи.

7. Напишите уравнения реакций превращения В в А.

8. Являются ли соединения А и В диастереомерами?

Все реакции должны быть написаны в виде уравнений. Механизмы не требуются.

Задача № 11-4

Пищевые ресурсы

Глюкоза и фруктоза относятся к простым сахарам с общей формулой $C_6H_{12}O_6$. Молекулы сахарозы, или пищевого сахара, образованы ковалентно связанными глюкозными и фруктозными фрагментами. Допустим, что единственным источником энергии для человеческого организма является глюкоза (удельная энтальпия которой составляет $16 \text{ кДж} \cdot \text{г}^{-1}$). Известно, что типичный мужчина в возрасте 18-20 лет должен получать в день около 12 МДж энергии, женщина того же возраста – 9 МДж.

1) Вычислите, сколько грамм глюкозы необходимо в день для поддержания жизнедеятельности мужчине и женщине, соответственно.

2) Масса обычной таблетки глюкозы составляет 2,5 г. Рассчитайте количество энергии, которое выделяется в форме теплоты при сгорании на воздухе одной такой таблетки. Сколько энергии выделится при сгорании на воздухе одного кубика сахара массой 1,5 г.

3) На какую высоту сможет подняться человек массой 50 кг за счет этих энергий, если только 25% ее превращается в работу? (Высоту рассчитывает при сгорании таблетки глюкозы и кубика сахара по отдельности).

Приложение.

Энтальпии образования некоторых веществ.

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$ кДж/моль
Глюкоза (кр)	-1274,0
Сахароза (кр)	-2222,12
$CO_2(г)$	-393,51
$H_2O(ж)$	-285,83

Задача № 11-5

При растворении в горячей воде 3,00 г оксида некоторого элемента А выделяется газ В и образуется раствор вещества С. Газ В при смешивании с газообразным йодоводородом образует 2,21 г бесцветных кристаллов D, разлагающихся водой. При добавлении к раствору С подкисленного раствора парамолибдата аммония происходит выделение 76,3 г (в пересчете на безводную соль) желтого осадка Е.

1. Определите состав оксида А, веществ В, С, D, Е; изобразите структурную формулу А;

2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций;

3. Как оксид А реагирует с холодной водой? Напишите уравнение реакции.

2.2 . Задания экспериментального тура

2.2.1. Задание 9 класса

В шести пронумерованных пробирках находятся растворы одного из следующих веществ: сульфата железа (II)(или соли Мора), хлорида алюминия, хлорида бария, карбоната натрия, ацетата натрия, соляной кислоты.

Определите, какое вещество находится в каждой из пробирок. Составьте возможные уравнения химических реакций, которые можно провести, используя эти растворы.

Для работы можно использовать только растворы в пробирках, чистые пробирки и спиртовку (водяную баню).

2.2.2. Задание 10 класса

Глубокоуважаемый Юный химик!

Вам предстоит работа с едкими веществами – будьте осторожны и внимательны! Если Вам что-либо будет непонятно, обращайтесь к члену жюри или лаборанту. Ни в коем случае нельзя определять вкус и запах веществ! Соблюдайте правила техники безопасности!

Эксперимент проводить в перчатках.

Изучение химических свойств марганца и его соединений имеет большое познавательное значение вследствие их разнообразия и широкого применения.

Сегодня Вам предлагается получить в лабораторных условиях одно из соединений марганца и изучить некоторые характерные для этого вещества свойства. Удачи!

Методика синтеза.

С помощью весов отвесьте 1г перманганата калия и 10 г гидроксида калия. Растворите их в 10 мл дистиллированной воды и поставьте кипятиться в открытой колбе Эрленмейера до тех пор, пока раствор не окрасится в чисто зеленый цвет. К раствору добавьте воду до исходного объема раствора и поставьте охлаждаться на лед на 15 минут. Выпавшие черно-зеленые с фиолетовым оттенком кристаллы отфильтруйте под вакуумом водоструйного насоса, промойте при сильном отсасывании небольшим количеством 1н раствора гидроксида калия. Полученный осадок взвесьте.

Теоретические вопросы

1. Охарактеризуйте место марганца в периодической таблице. Какие степени окисления он проявляет? Какие из них устойчивы? В виде каких соединений марганец встречается в природе?
2. Напишите уравнение проведенной Вами реакции и расставьте коэффициенты в ней. Назовите соединение, которое Вы получили.
3. Рассчитайте выход продукта в процентах от теоретического относительно взятого количества перманганата калия.
4. Как другими лабораторными методами еще можно получить это соединение? Приведите уравнение химических реакций.

Изучение некоторых свойств полученного вещества

Поместите в три пробирки несколько кристаллов исследуемого соединения и в каждую налейте по 1 мл 1н раствора гидроксида калия.

К раствору в первой пробирке прилейте 4–5 капель бромной воды. Укажите, что происходит. Напишите уравнение реакции. Расставьте коэффициенты.

Во вторую пробирку с раствором добавьте немного кристаллического сульфата натрия. Укажите, что происходит в пробирке. Напишите уравнение взаимодействия полученного вещества с сульфитом натрия и уравняйте ее.

В третью пробирку с полученным раствором прибавьте по каплям разбавленную серную кислоту. Что вы наблюдаете? Определите тип реакции и уравняйте.

Объясните, почему в водном растворе манганат калия не устойчив. Подтвердите уравнением химической реакции, расставьте в ней коэффициенты.

Коэффициенты в уравнениях окислительно-восстановительных реакций необходимо расставить методом электронного баланса или ионно-электронным методом (полуреакций).

2.2.3. Задание 11 класса

В пронумерованных пробирках находятся растворы уксусной кислоты, глицерина, этилового спирта и фруктозы.

Определите содержимое пробирок, используя предложенные реактивы (медная проволока; 10% р-р H_2SO_4 ; 10% р-р NaOH).

Напишите уравнения проведенных реакций. Зафиксируйте свои наблюдения.

3. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ

Участники Второго (заключительного) этапа максимально могли набрать 50 баллов за теоретический тур и 20 баллов за экспериментальный тур. Критерии оценивания заданий приведены ниже.

Решением жюри установлены баллы, набранные суммарно за участие в теоретическом и экспериментальном турах. Эти баллы одинаковы для всех участников (разработанные задания учитывали возраст участников).

Победителями (Диплом I степени) считать участников, набравших 51 и более баллов.

Призерами (Диплом II степени) считать от 43 до 50.9 баллов включительно.

Призерами (Диплом III степени) считать от 35 до 42.9 баллов включительно.

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

4.1. Критерии оценивания заданий Теоретического тура

4.1.1. Задания 9 класса

Задача № 9-1

Вася: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

$m(\text{CaCO}_3) = m(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CaCO}_3) / M(\text{CO}_2) = 1,000$ грамм

$w(\text{CaCO}_3) = 1,000 / 1,025 = 0,9756$ (97,56%)

Федя: $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$

$m(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaSO}_4) \cdot M(\text{CaCO}_3) / M(\text{CaSO}_4) = 0,914$ грамм

$w(\text{CaCO}_3) = 0,914 / 1,090 = 0,8385$ (83,85%)

Сережа: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$

$m(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaCO}_3) / M(\text{CaO}) = 0,905$ грамм

$w(\text{CaCO}_3) = 0,905 / 0,997 = 0,908$ (90,80%)

Ближе всех к истинному результат полученный Федей, так как определение ведется именно по количеству кальция, который содержится в образце мела.

Вася получил завышенный результат, так как в реакцию с соляной кислотой помимо карбоната кальция будут вступать другие соли слабых кислот (в частности карбонаты Mg, Na, K), которые присутствуют в образце.

Сережа так же получил завышенный результат. При разложении мела при высокой температуре все карбонаты разлагаются с выделением CO_2 , кроме того в меле может содержаться некоторое количество воды, которое тоже испарится при прокаливании. В твердом остатке мы получим оксиды металлов, таких как магний, кальций и др.

Склянка с концентрированной серной кислотой нужна для поглощения воды, которая переносится при кипении жидкости в колбе. Вода, попавшая в склянку, разбавляет серную кислоту, при этом CO_2 , являясь кислотным оксидом, в кислоте не растворяется и проходит дальше. Использование такой склянки позволяет повысить точность определения.

Рассчитаем, достаточно ли ученики добавили кислоты для полного разложения мела:

Вася: $n(\text{HCl}) = C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,025 \cdot 1 = 0,025$ моль;

Этого количества кислоты хватит, чтобы разложить: $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{HCl}) / 2 = 0,0125$ моль, а Вася взял для определения $1,025 / 100 = 0,01025$ моль мела. То есть данного количества кислоты будет достаточно для полного разложения образца и количество кислоты на результаты не скажется.

Федя: $n(\text{HCl}) = C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,02 \cdot 1 = 0,02$ моль

$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{HCl}) / 2 = 0,01$ моль

$n(\text{пробы}) = 1,090 / 100 = 0,0109$ моль. Таким образом прилитого количества кислоты будет недостаточно и часть образца останется неразрушенной что внесет ошибку в определение.

Исходя из всего вышеперечисленного оптимальным способом проведения данного анализа является способ осуществленный Федей, однако следует увеличить количество добавляемой соляной кислоты до 30 – 35 мл.

Разбалловка.

Определение массовой доли CaCO_3 для каждого ученика	$3 \cdot 0,56 = 1,56$.
Определение результата близкого к истинному с объяснением	16.
Объяснение ошибок других учеников	$2 \cdot 16 = 26$.
Написание реакций 1 - 3	$3 \cdot 0,56 = 1,56$.
Объяснение применения склянки с H_2SO_4	16.
Объяснение влияния количества соляной кислоты	$2 \cdot 16 = 26$.
Составление оптимального пути анализа	16.
ИТОГО	106.

Задача № 9-2
 $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль};$
 $n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 104/250 = 0.416 \text{ моль};$
в 1 моле $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ содержится 1 моль CuSO_4 и 5 моль H_2O в 0.416 моль $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ содержится X моль CuSO_4 и Y моль H_2O

X=0.416 моль;

Y=0.416*5=2.08 моль.

 $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ $m(\text{Fe}) = 25.5 \cdot 0.98 = 24.99 \text{ г.};$

m (пластинки после реакции)=27.35*0.98=26.8 г. (так как количество примесей не изменилось);

Для реакции: $n(\text{Fe}):n(\text{Cu}) = 1:1$, соответственно $m(\text{Fe}):m(\text{Cu}) = M(\text{Fe}):M(\text{Cu}) = 1:1.143$ При растворении 1 грамма железа выделяется 1.185 грамм меди, т. е. $\Delta m = 0.185$.

Δm	m(Fe)	m(Cu)
0.143	1	1.143
26.8- 24.99=1.81	X	Y

Тогда: $X = 1.81/0.143 = 12.657 \text{ г.}$ $Y = 1.81 \cdot 1.143/0.143 = 14.467 \text{ г.}$ $n(\text{Cu}) = n(\text{Fe}) = n(\text{FeSO}_4) = 0.226 \text{ моль};$ $n(\text{CuSO}_4) = 0.416 - 0.226 = 0.19 \text{ моль.}$ При испарении в данных условиях образуются кристаллогидраты данных солей: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0.19 \cdot 250 = 47.5 \text{ г.}$ $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.226 \text{ г.}$

Разбалловка.

Расчет исходной массы CuSO_4

16.

Написание реакции и определение мольного соотношения

26.

Вычисление изменения массы пластинки

26.

Расчет количества FeSO_4

36.

Расчет массы осадка

26.

ИТОГО:

106.

Задача № 9-3

Термическое разложение хлората, бромата и йодата калия протекают по уравнениям:

1) $4\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + 3\text{KClO}_4$ (продукты – хлорид и перхлорат калия, тип – реакция диспропорционирования);

2) $2\text{KBrO}_3 \rightarrow 2\text{KBr} + 3\text{O}_2\uparrow$ (продукты – бромид калия и кислород, тип – реакция внутримолекулярного окисления-восстановления);

3) $2\text{KIO}_3 \rightarrow 2\text{KI} + 3\text{O}_2\uparrow$ (продукты – йодид калия и кислород, тип – реакция внутримолекулярного окисления-восстановления).

Взаимодействие растворов продуктов термического разложения солей калия с ацетатом свинца описывается уравнениями:

4) $2\text{KCl} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \rightarrow \text{PbCl}_2\downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOK}$ (PbCl_2 – белый осадок);

5) $2\text{KBr} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \rightarrow \text{PbBr}_2\downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOK}$ (PbBr_2 – белый осадок);

6) $2\text{KI} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOK}$ (PbI_2 – жёлтый осадок).

Взаимодействие подкисленных растворов продуктов термического разложения солей калия с перманганатом калия описывается уравнениями:

7) $10\text{KCl} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Cl}_2\uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$;

8) $10\text{KBr} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$;

9) $10\text{KI} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{I}_2\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Взаимодействие перхлората калия с порошками древесного угля, алюминия и ниобия описывается уравнениями

10) $\text{KClO}_4 + 2\text{C} \rightarrow \text{KCl} + 2\text{CO}_2\uparrow$;

11) $\text{KClO}_4 + 4\text{Mg} \rightarrow \text{KCl} + \text{MgO}$;

12) $3\text{KClO}_4 + 8\text{Al} \rightarrow 3\text{KCl} + 4\text{Al}_2\text{O}_3$;

13) $5\text{KClO}_4 + 8\text{Nb} \rightarrow 5\text{KCl} + 4\text{Nb}_2\text{O}_5$.

Рассчитаем потерю массовой доли второго и третьего образцов за счёт выделения кислорода при их термическом разложении

$$M_r(\text{KBrO}_3) = 167 \text{ г/моль}; \Delta\omega = \frac{m(\text{O}_2)}{M_r(\text{KBrO}_3)} \cdot 100\% = \frac{48}{167} \cdot 100\% = \underline{28,74\%};$$

$$M_r(\text{KIO}_3) = 214 \text{ г/моль}; \Delta\omega = \frac{m(\text{O}_2)}{M_r(\text{KIO}_3)} \cdot 100\% = \frac{48}{214} \cdot 100\% = \underline{22,43\%}.$$

Разбалловка

Запись уравнений реакций 1), 2), 3) с указанием типов реакций по 1 баллу (3 балла);

Запись уравнений реакций 4), 5), 6) по 0,5 балла (1,5 балла)

Запись уравнений реакций 7), 8), 9) по 0,5 балла (1,5 балла);

Запись уравнений реакций 10), 11), 12), 13) по 0,5 балла (2 балла);

Расчёт потери массовой доли, при разложении бромата и йодата по 1 баллу (2 балла);

Итого: 10 баллов.

Задача № 9-4

Истинная масса колбы равна массе колбы, взвешенной Буратино, за вычетом массы содержащегося в ней воздуха. Принимая $M(\text{возд.}) = 29 \text{ г/моль}$ (28 г/моль), получаем:

$$v(\text{возд.}) = pV/RT;$$

$$\text{При н.у. } v(\text{возд.}) = 101300 \cdot 1,12 \cdot 10^{-3} / 8,314 \cdot 273,15 = 0,05 \text{ моль};$$

$$m(\text{возд.}) = 29 \cdot 0,05 = 1,45 \text{ г.}$$

$$m(\text{колбы}) = 257,90 - 1,45 = 256,45 \text{ г.}$$

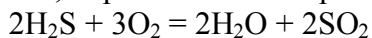
Масса сернистого газа равна:

$$m(\text{SO}_2) = 259,65 - 256,45 = 3,2 \text{ г.}$$

$$v(\text{SO}_2) = 0,05 \text{ моль.}$$

$$M(\text{SO}_2) = m(\text{SO}_2) / v(\text{SO}_2) = 3,2 / 0,05 = 64 \text{ г/моль.}$$

Газ, образовавшийся при сжигании, – сернистый газ:



$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль;}$$

Из условия задачи количество NaOH в растворе составляет $v(\text{NaOH}) = 18,2 \cdot 1,1002 \cdot 0,1/40 = 0,05$ моль. Таким образом, реакция протекает по уравнению:

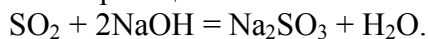


Из уравнения реакции следует, что количество гидросульфита натрия равно количеству SO_2 и составляет 0,05 моль $\rightarrow m(\text{NaHSO}_3) = 0,05 \cdot 104 = 5,2$ г.

Общая масса раствора составляет: $m(\text{р-ра}) = 18,2 \cdot 1,1002 + 3,2 = 23,2236$ г;

$$\omega(\text{NaHSO}_3) = 5,2 \cdot 100 / 23,2236 = 22,39 \text{ \%}.$$

Поглощение сернистого газа гидроксидом натрия при условии избытка последнего протекает по реакции:



Образуется сульфит натрия Na_2SO_3 .

Разбалловка

Название газа X

1 балл

Определение молекулярной массы газа X

3 балла

Определение массы газа X

2 балл

Уравнение реакции образования NaHSO_3

1 балла

Определение массовой доли соли NaHSO_3 в растворе

2 балла

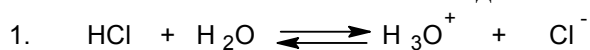
Уравнение реакции $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

1 балла

Итого^

10 баллов

Задача № 9-5



В растворе находятся:

- молекулы воды,
- недиссоциированные молекулы HCl,
- катионы гидроксония,
- хлорид-анионы.

$$2. \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 108/18 = 6 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 3,65/36,5 = 0,1 \text{ моль}$$

} исходное количество
веществ

$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,1 \cdot 0,78 = 0,078 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 6 \text{ моль} - 0,078 \text{ моль} = 5,922 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl})_{(\text{в р-ре})} = 0,1 \text{ моль} - 0,078 \text{ моль} = 0,022 \text{ моль}$$

$$3. \quad N(\text{Cl}^-) = 0,078 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ (ионов)}$$

$$N(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,078 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ (ионов)}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 5,922 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ (молекул)}$$

$$N(\text{HCl}) = 0,022 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ (молекул)}$$

$$N_{\text{частиц в растворе}} = 2 \cdot 0,078 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} + 5,922 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} + 0,022 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot (0,156 + 5,922 + 0,022) = 6,1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 36722 \cdot 10^{20}$$

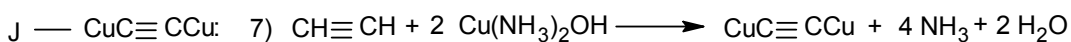
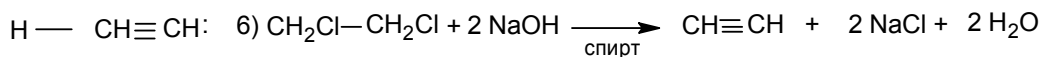
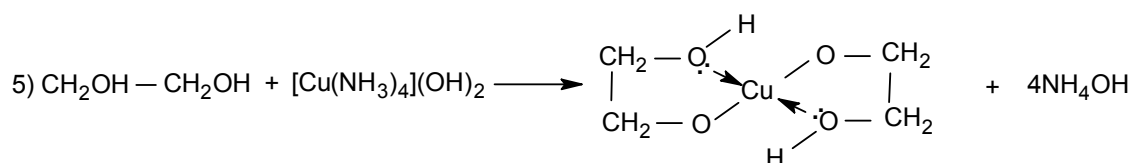
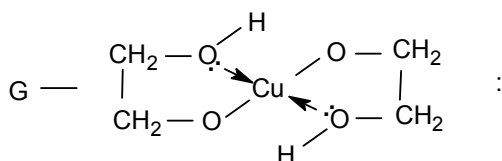
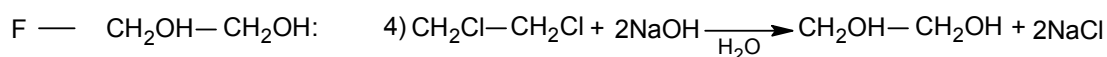
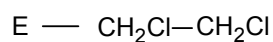
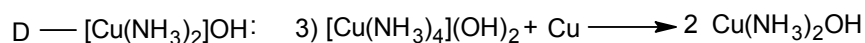
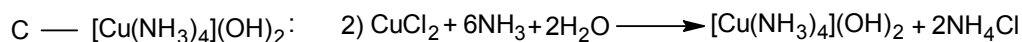
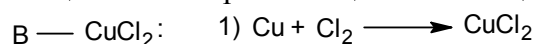
Разбалловка:

Химические частицы	0,5·4 = 2 балла
Количество частиц в растворе	1·4 = 4 балла
Исходное количество веществ	0,5·2 = 1 балл
Число частиц в растворе	3 балла
ИТОГО:	10 баллов

4.1.2. Задания 10 класса

Задача № 10-1

Вещество А – красного цвета. Это медь.



Ж – ацетиленид меди – взрывчатое бинарное соединение.

Разбалловка:

За установление формул А, В, С, Д, Ф, Г, Н, Ж по 0,5 балла

0,5·8 = 4 балла

За установление формулы Е

1 балл

За уравнения 1, 2, 4, 6 по 0,5 балла

0,5·4 = 2 балла

За уравнения 3, 5, 7 по 1 баллу

1·3 = 3 балла

 Σ 10 баллов**Задача № 10-2**

- По условию $n(\text{Ba}) = 1 = \omega(\text{Ba})/M(\text{Ba})$;
 $n(\text{Э}) = \omega(\text{Э}) \cdot M(\text{Ba}) / (M(\text{Э}) \cdot \omega(\text{Ba}))$.
 Элементный состав смеси $n(\text{O}) = 3$; $n(\text{N}) = 2$; $n(\text{C}) = 1$; $n(\text{H}) = 6$. Брутто формула $\text{BaO}_3\text{CN}_2\text{H}_6$.
- Велер первым получил мочевины (карбамид), это вещество А – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; тогда вещество В – $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – гидроксид бария.
- $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + 2 \text{NH}_3$
- $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$,

$$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{H}_2\text{SO}_4$$

 или $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ – реакция идет на поверхности памятника.
 Плотная пленка BaSO_4 предохраняет в дальнейшем поверхность от кислотных дождей. Надо использовать смесь веществ А и В, а не готовить BaCO_3 заранее, т.к. он «старееет» и происходит увеличение размеров кристаллов.
- $\text{NH}_4\text{NCO}_{\text{p-p}} \xrightarrow{t^0} \text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- Карбамид используют как удобрение в сельском хозяйстве.
- $\text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{NH}_2 \end{array} \xrightarrow{t^0, \text{p}} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- BaSO_4 – сульфат бария очень мало растворим в воде и в слабокислых растворах, поэтому и не токсичен.

Разбалловка:

За ответы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 по 1 баллу

8 баллов

За уравнение 8

2 балла

 Σ 10 баллов**Задача № 10-3**1) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ – малахит $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ или $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ – азурит2) $2\text{Cu}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- \leftrightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ $3\text{Cu}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- \leftrightarrow \text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$

Для вычисления теплового эффекта необходимо воспользоваться законом Гесса и справочными данными.

Для осаждения малахита:

$$\Delta H = -1051,00 - (2 \cdot 66,94 - 676,64 - 2 \cdot 230,02) = -48,2 \text{ кДж/моль}$$

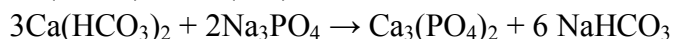
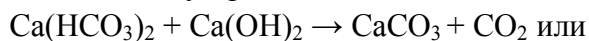
Для осаждения азурита:

$$\Delta H = -1630,93 - (3 \cdot 66,94 - 676,64 - 2 \cdot 230,02) = -18,43 \text{ кДж/моль}.$$

3) Физическое устранение жесткости (термоумягчение или кипячение воды):



Химическое устранение жесткости:



$$\frac{202,5}{500} = 0,405$$

4) В одном литре содержится $\frac{202,5}{500} = 0,405$ г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Эквивалентная масса

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ равна $\frac{162}{2} = 81$. Следовательно $0,405$ г составляет $\frac{0,405}{81} = 0,005$ эквивалентных масс или 5 ммоль/л.

5) Так как на устранение 1 ммоль/л затрачивается 305 мг мыла, значит на 5 ммоль/л затрачивается $5 \cdot 305 = 1525$ мг или 1,525 г.

Оценка задачи:

За название минералов - 1 балл

За реакции - 2 балла

За тепловые эффекты – 2 балла

За физическое и химическое умягчение - 2 балла

За расчет жесткости – 2 балла

Расчет массы мыла – 1 балл

Задача № 10-4

Количество вещества хлорида ртути (II) (и, соответственно, ртути) равно:

$$n(\text{HgCl}_2) = n(\text{Hg}) = 62,0 \cdot 1,053 \cdot 0,05 / 272 = 0,0120 \text{ моль}.$$

Количество вещества выделившегося водорода:

$$n(\text{H}_2) = 4,46 / 22, = 0,208 \text{ моль}.$$

Поскольку часть водорода пошла на восстановление ртути, общее количество вещества водорода составит:

$$n(\text{H}_2) = 0,012 + 0,208 = 0,220 \text{ моль}.$$

Рассчитываем количество вещества натрия и алюминия в сплаве (полагая, например, что x моль натрия выделяет из раствора $0,5x$ моль водорода, а y моль алюминия – $1,5y$ моль). Весь амальгамированный алюминий растворился в водном растворе, поскольку в присутствии ртути пленка оксида алюминия уже не образуется на его поверхности.

Система уравнений получается следующая:

$$23x + 27y = 5,08;$$

$$0,5x + 1,5y = 0,220.$$

Решая эту систему, получаем

$$x = 0,08;$$

$$y = 0,12.$$

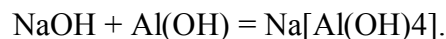
Отсюда находим массы и массовые доли металлов в сплаве:

$$m(\text{Na}) = 23 \cdot 0,08 = 1,84 \text{ г, или } 36,2\%;$$

$$m(\text{Al}) = 27 \cdot 0,12 = 3,24 \text{ г, или } 63,8\%.$$

Наличие в исходном растворе 0,0120 моль хлорида ртути означает, что после ее выделения в этом растворе останется 0,024 моль ионов хлора. Таким образом, в конечном растворе образуется 0,024 моль NaCl и 0,056 моль NaOH.

0,056 моль гидроксида натрия переведут в раствор 0,056 моль гидроксида алюминия:



В осадке останется $0,120 - 0,056 = 0,064$ моль гидроксида алюминия (5,0 г). Кроме того, в осадке будет находиться вся ртуть – 2,4 г.

Находим массу конечного раствора:

$$M = M(\text{исх.р-ра HgCl}_2) + 5,08 - m(\text{Hg}) - m(\text{Al}(\text{OH})_3) - m(\text{H}_2).$$

$$M = 62,0 \cdot 1,053 + 5,08 - 2,4 - 5,0 - 0,208 \cdot 2 = 65,29 + 5,08 - 2,4 - 5,0 - 0,42 = 62,55 \text{ г.}$$

Массовые доли хлорида натрия и тетрагидроксоалюмината натрия составят:

$$w(\text{NaCl}) = 0,024 \cdot 58,5 / 62,55 = 0,0225 \text{ или } 2,25\%;$$

$$w(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 0,056 \cdot 118 / 62,55 = 0,106 \text{ или } 10,6\%.$$

Система оценок:

За количество молей хлорида ртути – 1 балл

За количество молей водорода – 1 балл

За систему уравнений – 2 балла

За массовые доли металлов в сплаве – 2 балла

Определение количества молей NaCl и NaOH в конечном растворе – 0,5 балла

За установление формулы осадка (тетрагидроксоалюмината натрия) – 0,5 балла

За нахождение массы конечного раствора – 1 балл

За расчет массовых долей хлорида натрия и – 2 балла

Сумма: 10 баллов.

Задача № 10-5

Парамолибдат аммония $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ образует желтый осадок $(\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]$ (качественная реакция на фосфат-ионы).

$$M((\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]) = 1877 \text{ г/моль,}$$

$$n((\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]) = 76,3 / 1877 = 0,04065 \text{ моль}$$

$$n((\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]) = n(\text{P}) = n(\text{PO}_4^{3-}) = 0,04065 \text{ моль}$$

А – оксид фосфора в промежуточной степени окисления (P_4O_6).

В – газ PH_3 .

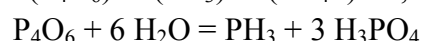


$$n(\text{PH}_4\text{I}) = 0,01364 \text{ моль} = n(\text{PH}_3);$$

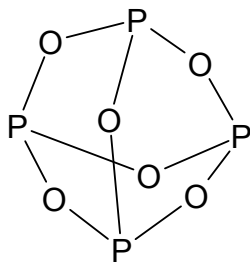
$$M(\text{P}_4\text{O}_6) = 220 \text{ г/моль;}$$

$$n(\text{P}_4\text{O}_6) = 0,01364 \text{ моль.}$$

$$n(\text{P}_4\text{O}_6) : n(\text{PH}_3) : n(\text{PO}_4^{3-}) = 0,01364 : 0,01364 : 0,04065 = 1 : 1 : 3$$



а) А – P_4O_6 (P_4O_6 – состоит из четырех пирамид PO_3 , соединенных через атомы кислорода):



В – PH_3 ; С – H_3PO_4 ; D – PH_4I ; E – $(NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]$.

- б) 1) $P_4O_6 + 6 H_2O \xrightarrow{t^\circ} PH_3 + 3 H_3PO_4$;
 2) $PH_3 + HI = PH_4I$;
 3) $PH_4I + H_2O = PH_3 \uparrow + H_3O^+ + I^-$;
 4) $12(NH_4)_6Mo_7O_{24} + 51 HNO_3 + 7 H_3PO_4 = 7(NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}] \downarrow + 51 NH_4NO_3 + 36 H_2O$.

в) $P_4O_6 + 3 H_2O \xrightarrow{\text{на холоду}} 2 H_2[PO_3H]$ – фосфористая (фосфоновая) кислота.

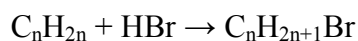
Разбалловка:

Реакция образования $(NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]$	2 балла
За определение веществ А, В, С, D, Е по 0.5 балла	$0.5 \cdot 5 = 2.5$ баллов
За структуру А	1,5 балла
За каждое уравнение реакций по 0,5 балла	$0.5 \cdot 4 = 2$ балла
За реакцию образования фосфористой (фосфоновой) кислоты	2 балла

Итого: 10 баллов

4.1.3. Задания 11 класса

Задача № 11-1



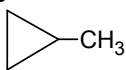
$$n(HBr) = 8,1/81 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(C_nH_{2n}) = 0,1 \text{ моль}, \quad M(C_nH_{2n}) = 56 \text{ г/моль}, \quad \text{формула } C_4H_8.$$

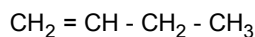
Существует 6 веществ с такой формулой:



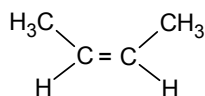
I



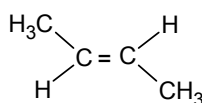
II



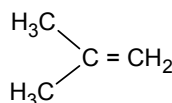
III



IV

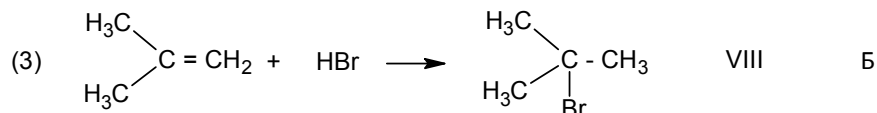
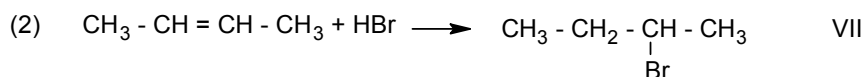
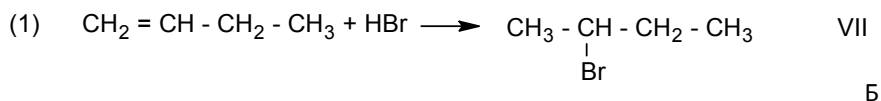


V

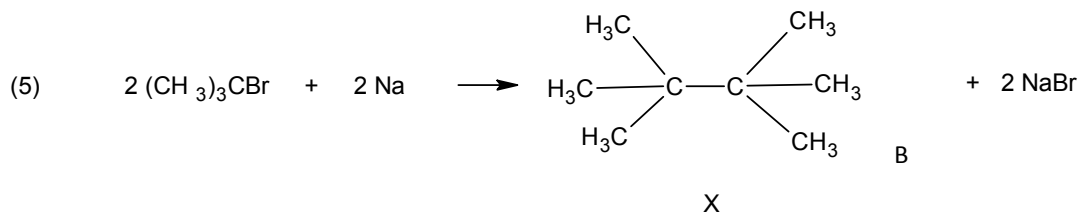
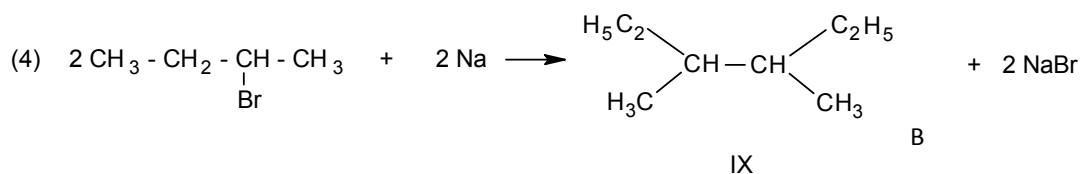


VI

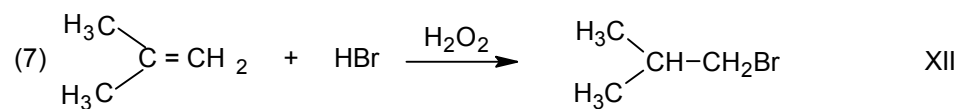
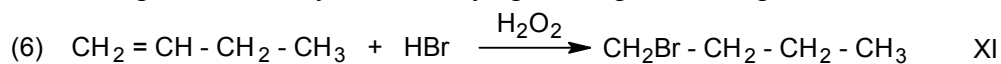
Алкены присоединяют HBr по ионному механизму по правилу Марковникова:



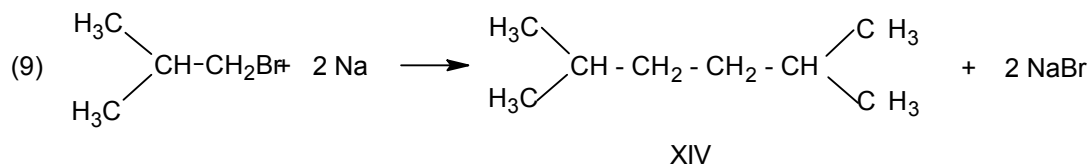
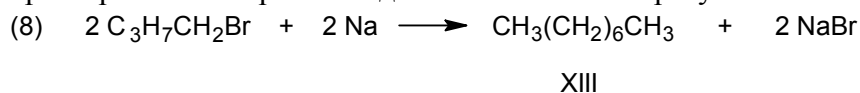
При взаимодействии двух изомерных бромбутанов с натрием получают два изомерных октана:



Если проводить присоединение HBr в присутствии пероксида, то реакция идет по свободнорадикальному механизму против правила Марковникова:



При обработке натрием соединений XI и XII образуется:



Разбалловка:

1. Вывод молекулярной формулы алкена 0,5 балла
2. Формулы изомеров алкенов 0,5·6 = 3 балла

3. Уравнения реакций 1-9

0,5·9 = 4,5 баллов

4. Указание механизмов присоединения HBr

1·2 = 2 балла

 Σ 10 баллов**Задача № 11-2**

Исходя из схемы, состава веществ и способности образовывать соль можно предположить, что вещества А – кислота, а Д – карбонильное соединение.

Вещество А $n_C : n_H : n_O = 47,6/12 : 8,15/1 : 43,5/16 = 3 : 6 : 2$.

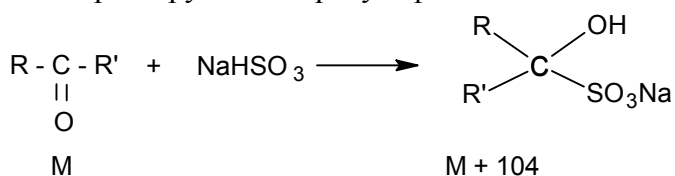
Простейшая формула $C_3H_6O_2$. Кислота может быть только одноосновной, т.к. формула $C_4H_{10}(COOH)_2$ – не имеет смысла.

Вещество А – пропионовая кислота CH_3CH_2COOH .

Вещество Д $n_C : n_H : n_O = 2 : 4 : 1$.

Простейшая формула C_2H_4O .

Карбонильные соединения реагируют с гидросульфитом по схеме:

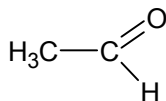


Гидросульфитное производное содержит 21,6% S.

Тогда $M + 104 = 32 \cdot 100 / 21,6 = 148$ г/моль.

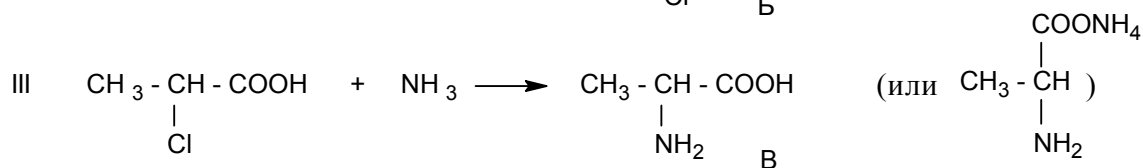
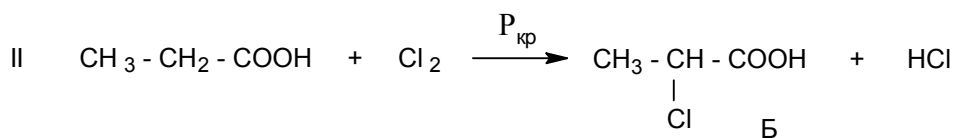
$M(RCOR') = 44$ г/моль.

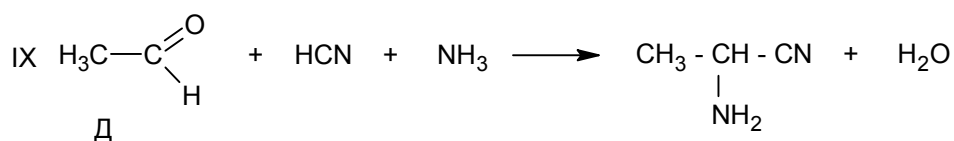
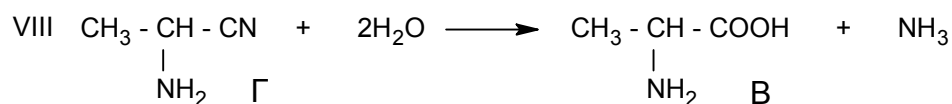
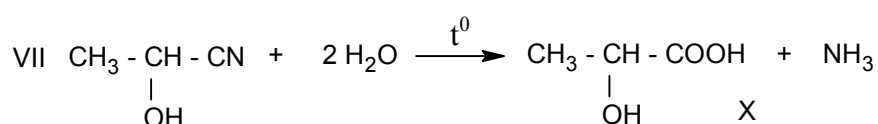
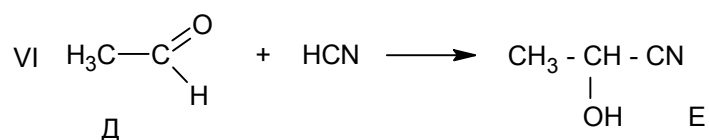
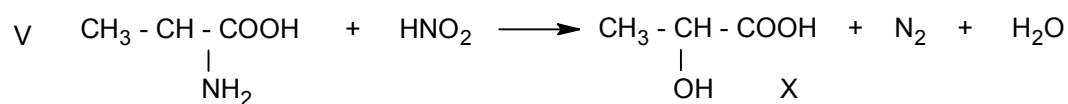
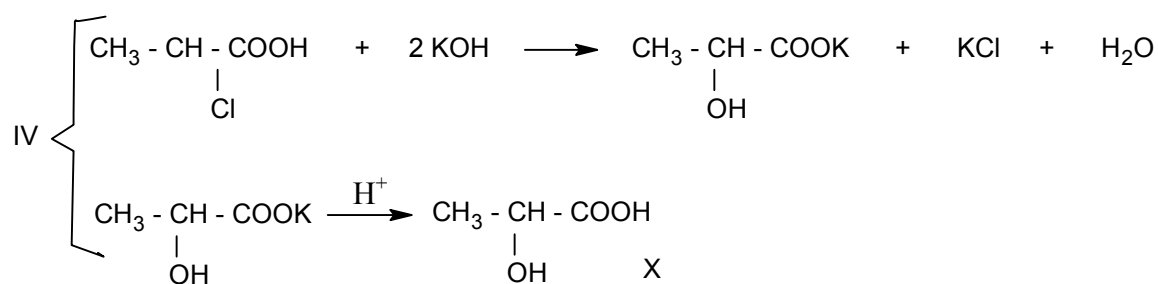
Тогда простейшая формула совпадает с истинной.



Соединение Д – этаналь

Тогда



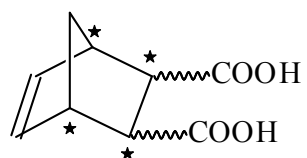
**Разбалловка:**

- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1. Вывод формулы А | 1,5 балла |
| 2. Вывод формулы Д | 2 балла |
| 3. Уравнения II - IX | 0,5·8 = 4 балла |
| 4. Формулы веществ Б, В, Г, Е, X | 0,5·5 = 2,5 балла |

Σ 10 баллов

Задача № 11-3

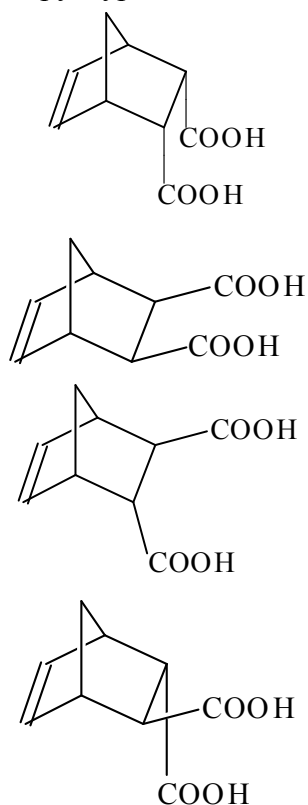
1



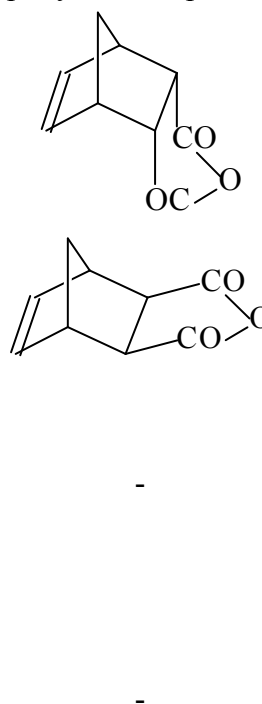
0,25x4 = 1 балл

2. 0,25x6 = 1,5 баллов

Структура соединения

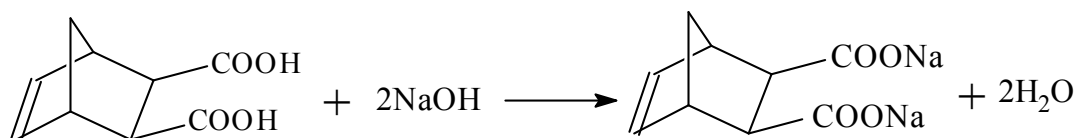


Продукт дегидратации

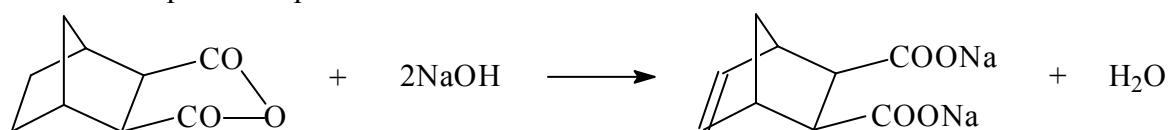


3.

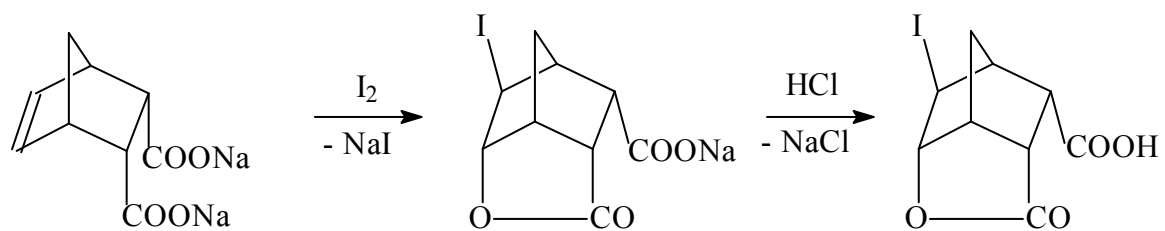
Реакция стереоизомера X с NaOH - 1 балл



Реакция стереоизомера Y со щелочью - 1 балл

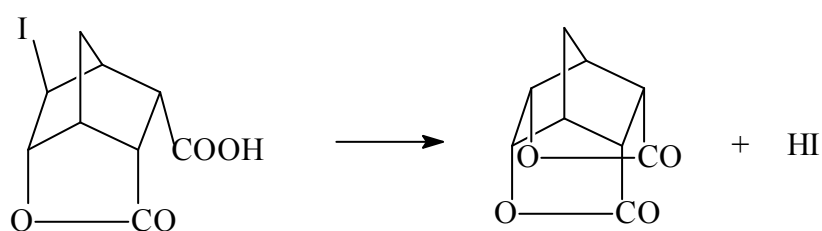


4. 0,5x2= 1 балла

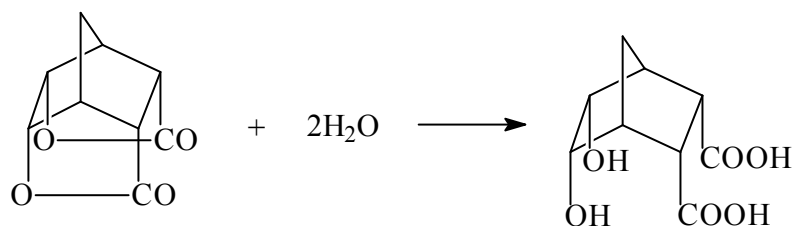


5.

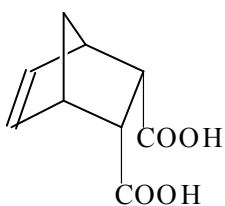
Превращение А в С - 1 балл.



Взаимодействие С с водой – 1 балл.

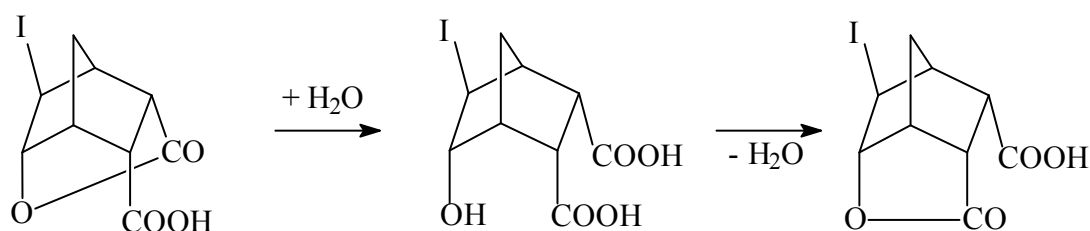


6. Структура соединения X – 0,5 баллов.



7. 0,5x2 = 1 балла

Превращение В в А



8. **А** и **В** не являются диастереомерами - 1 балл

ИТОГО: 10 баллов.

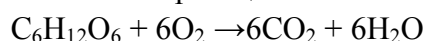
Задача № 11-4

1. Расчет массы глюкозы, потребляемой мужчиной и женщиной за один день:

Для мужчины:

Для женщины:

2. Запишем реакцию окисления глюкозы:



Используя справочные данные вычисляем тепловой эффект реакции, применив закон Гесса:

$$\Delta H = 6(-393,51 - 285,83) - (-1274) = -2802,04 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H = -Q, \text{ следовательно, } Q = 2802,04 \text{ кДж/моль}$$

Вычислим, сколько выделяется теплоты при сгорании на воздухе одной таблетки глюкозы массой 2,5 г. Узнаем, сколько моль глюкозы содержится в 2,5 г.

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль}$$

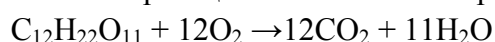
$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,5}{180} = 0,014 \text{ моль.}$$

Тогда

$$Q = 2802 \cdot 0,014 = 39,228 \text{ кДж}$$

Аналогичным образом проводим вычисления для сахара.

Запишем реакцию окисления сахарозы:



Используя справочные данные вычисляем тепловой эффект реакции, применив закон Гесса:

$$\Delta H = 12(-393,51) + 11(-285,83) - (2222,12) = -5644,13 \text{ кДж/моль.}$$

$$\Delta H = -Q, \text{ следовательно, } Q = 5644,13 \text{ кДж/моль}$$

$$M(C_{12}H_{22}O_{11})=342 \text{ г/моль}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1,5}{342} = 0,0044 \text{ моль.}$$

Тогда

$$Q=5644,13 \cdot 0,0044=24,75.$$

3. Необходимо воспользоваться своими знаниями по физике и вспомнить, что потенциальная энергия тела вблизи поверхности земли равна:

$$A=0,25 \cdot Q, \text{ тогда}$$

За счет энергии глюкозы, можно подняться на

$$h=(39,23 \cdot 1000 \cdot 0,25)/(50 \cdot 10)=19,6 \text{ м}$$

За счет энергии сахара, можно подняться на

$$h=(24,75 \cdot 1000 \cdot 0,25)/(50 \cdot 10)=12,4 \text{ м}$$

Оценка задания:

- | | |
|---|----------|
| 1) Расчет массы глюкозы | 2 балла; |
| 2) За реакцию окисления глюкозы | 1 балл; |
| За вычисление тепловой эффекта реакции окисления глюкозы | 1 балл; |
| За вычисление теплоты при сгорании на воздухе 1 табл. глюкозы – | 1 балл; |
| За реакцию окисления сахарозы | 1 балл; |
| За вычисление тепловой эффекта реакции окисления сахарозы | 1 балл; |
| За вычисление теплоты при сгорании на воздухе 1 кубика сахара | 1 балл; |
| 3) За расчет высот | 2 балла. |
| Итого – 10 баллов. | |

Задача № 11-5

Парамолибдат аммония $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ образует желтый осадок $(NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]$ (качественная реакция на фосфат-ионы).

$$M((NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]) = 1877 \text{ г/моль,}$$

$$n((NH_4)_3[PMo_{12}O_{40}]) = 76,3/1877 = 0,04065 \text{ моль}$$

$$n((\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]) = n(\text{P}) = n(\text{PO}_4^{3-}) = 0,04065 \text{ моль}$$

А – оксид фосфора в промежуточной степени окисления (P_4O_6).

В – газ PH_3 .

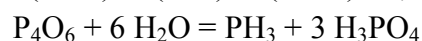


$$n(\text{PH}_4\text{I}) = 0,01364 \text{ моль} = n(\text{PH}_3);$$

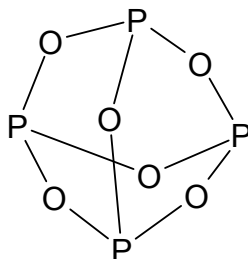
$$M(\text{P}_4\text{O}_6) = 220 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{P}_4\text{O}_6) = 0,01364 \text{ моль.}$$

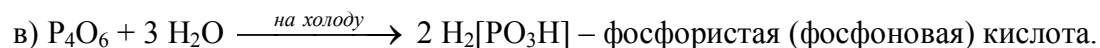
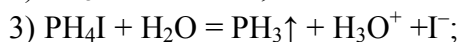
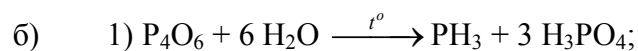
$$n(\text{P}_4\text{O}_6) : n(\text{PH}_3) : n(\text{PO}_4^{3-}) = 0,01364 : 0,01364 : 0,04065 = 1 : 1 : 3$$



а) А – P_4O_6 (P_4O_6 – состоит из четырех пирамид PO_3 , соединенных через атомы кислорода):



В – PH_3 ; С – H_3PO_4 ; D – PH_4I ; E – $(\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]$.



Разбалловка:

Реакция образования $(\text{NH}_4)_3[\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}]$

2 балла

За определение веществ А, В, С, D, Е по 0.5 балла

$0.5 \cdot 5 = 2.5$ баллов

За структуру А

1,5 балла

За каждое уравнение реакций по 0,5 балла

$0.5 \cdot 4 = 2$ балла

За реакцию образования фосфористой (фосфоновой) кислоты

2 балла

Итого: 10 баллов

4.2. Критерии оценивания заданий экспериментального тура

4.2.1. Задание 9 класса

	FeSO ₄	AlCl ₃	BaCl ₂	Na ₂ CO ₃	CH ₃ COONa	HCl
FeSO ₄			BaSO ₄ ↓	FeCO ₃ ↓		
AlCl ₃				Al(OH) ₃ ↓ CO ₂ ↑		
BaCl ₂	BaSO ₄ ↓			BaCO ₃ ↓		
Na ₂ CO ₃	FeCO ₃ ↓	Al(OH) ₃ ↓ CO ₂ ↑	BaCO ₃ ↓			CO ₂ ↑
CH ₃ COONa						Запах уксусной кислоты
HCl				CO ₂ ↑	Запах уксусной кислоты	

Основные реакции:

- 1) $\text{FeSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{FeCl}_2$ (белый мелкокристаллический осадок, не растворяется в кислоте)
- 2) $\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{FeCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (светло-бурый осадок)
- 3) $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al(OH)}_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow + 6\text{NaCl}$ (выделение газа без запаха и цвета, студенистый белый осадок)
- 4) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ (белый мелкокристаллический осадок)
- 5) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (выделение газа без запаха и цвета)
- 6) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{COOH}\uparrow + \text{NaCl}$ (при нагревании ощущается запах уксусной кислоты).

Дополнительные реакции:

- 7) $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (растворение осадка гидроксида)
- 8) $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 9) $\text{FeCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 10) $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe(OH)}_3\downarrow + 4\text{CO}_2\uparrow$ (бурый осадок)
- 11) $\text{Fe(OH)}_3\downarrow + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (растворение осадка гидроксида)

Разбалловка

Определение содержимого пробирок 1,5х6=9 б.

Написание реакций 1- 11 1х11=11 б.

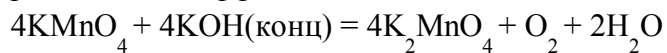
ИТОГО 20 б.

4.2.2. Задание 10 класса

1. Характеристика марганца.

В периодической системе марганец расположен в седьмой группе. В его атоме имеется семь валентных электронов в состоянии $3d^5 4s^2$. В соединениях марганец проявляет степени окисления +2, +3, +4, +6 и +7. Максимальная степень окисления соответствует его положению в периодической системе и числу валентных электронов в его атоме. Самая устойчивая степень окисления марганца +4, которую он проявляет в природном соединении – минерале пиролюзите MnO_2 – **1 балл**.

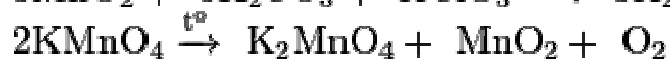
2. Написать уравнение реакции получения манганата калия по предложенной методике и расставить коэффициенты – **2 балла**



3. Назвать полученное соединение – **1 балл**.

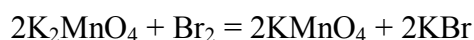
4. Рассчитать выход продукта - **1 балл**.

5. Предложить другие методы получения манганата калия – **2 балла**, например



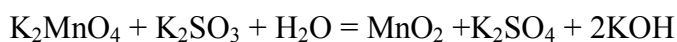
6. Написать взаимодействие манганата калия с бромной водой (написать уравнение, расставить коэффициенты) – **2 балла**.

При взаимодействии с бромной водой происходит исчезновение зеленой окраски манганата



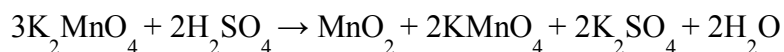
7. Написать взаимодействие манганата калия с сульфитом натрия (написать уравнение, расставить коэффициенты) – **2 балла**.

При добавлении сульфита натрия наблюдаем обесцвечивание раствора и появление коричневого осадка MnO_2 .



7. Написать взаимодействие манганата калия с разбавленной серной кислотой (написать уравнение, расставить коэффициенты) Определить тип реакции – **2 балла**.

Манганат калия устойчив в сильнощелочной среде. При нейтрализации щелочи кислотой он разлагается. Происходит изменение окраски с зеленой на розовую и появление коричневого осадка MnO_2



8. Написать взаимодействие с водой (написать уравнение, расставить коэффициенты) – **2 балла**.

Медленно разлагается при разбавлении раствора водой.



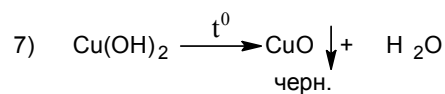
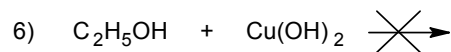
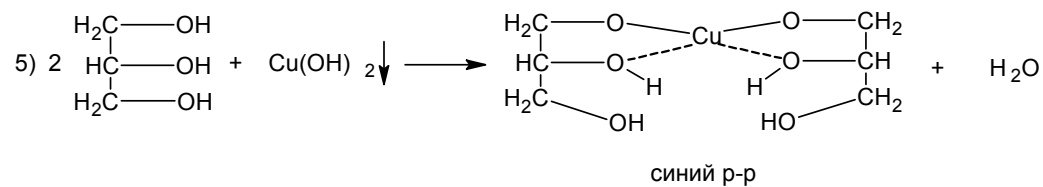
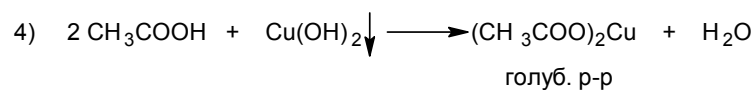
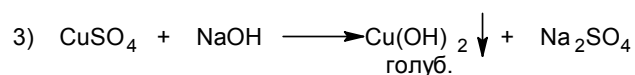
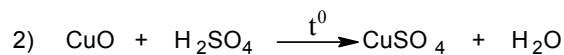
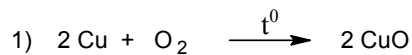
Экспериментальная часть

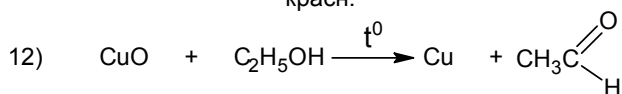
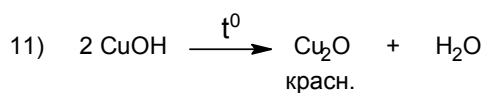
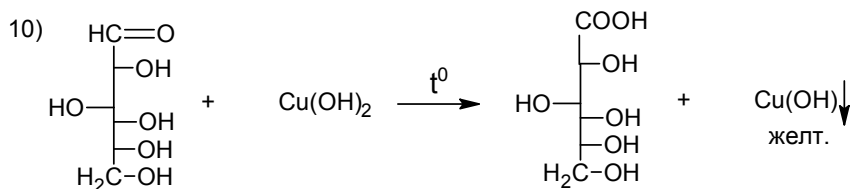
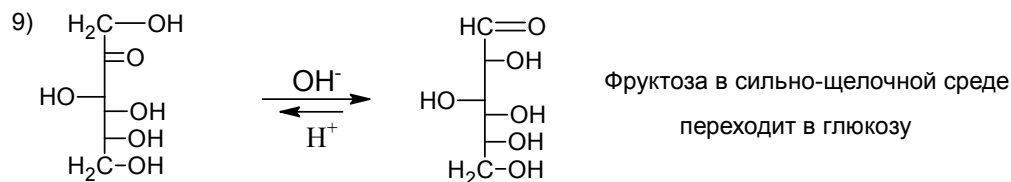
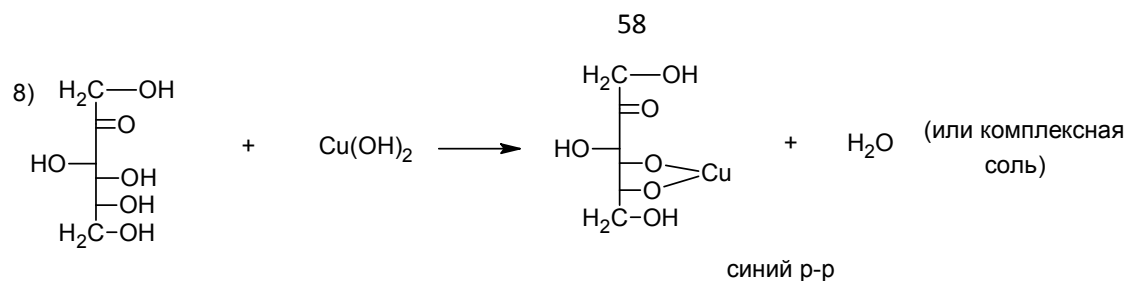
1. умение пользоваться весами – **1 балл**.

2. умение пользоваться мерным цилиндром – **1 балл**

3. умение правильно декантировать – **1 балл**
 4. умение фильтровать под вакуумом водоструйного насоса - **1 балл**
 5. умение работать в химической лаборатории («чистота» работы) – **1 балл.**
- ИТОГО (за всю работу) – 20 баллов.**

4.2.3. Задание 11 класса





Разбалловка:

За нахождение вещества

3·4 = 12 баллов

За уравнения

0,5·12 = 6 баллов

Техника работы

2 балла

Σ 20 баллов

Ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» председатель оргкомитета Многопредметной олимпиады «Юные таланты»,
д.физ.-мат.н.

Игорь Юрьевич Макарихин