

Варианты
заданий заочного тура
олимпиады «Ломоносов»
по химии
для учащихся 10-11 классов
(ноябрь)

Задание 1

1.1. Объясните, почему уксусная кислота имеет более высокую температуру кипения (118°C), чем этиловый эфир уксусной кислоты (77°C). **(6 баллов)**

1.2. Объясните, почему уксусная кислота имеет более высокую температуру кипения (118°C), чем метиловый эфир уксусной кислоты (57°C). **(6 баллов)**

1.3. Объясните, почему этанол имеет более высокую температуру кипения (78°C), чем диэтиловый эфир (36°C). **(6 баллов)**

1.4. Объясните, почему этанол имеет более высокую температуру кипения (78°C), чем этиловый эфир муравьиной кислоты (54°C). **(6 баллов)**

Задание 2

2.1. Рассчитайте объём 10%-ного раствора нитрата бария плотностью 1.1 г/мл, который необходимо добавить к 200 г 5%-ного раствора сульфата натрия для получения раствора нитрата бария с массовой долей 2%. **(6 баллов)**

2.2. Рассчитайте объём 10%-ного раствора нитрата бария плотностью 1.1 г/мл, который необходимо добавить к 200 г 5%-ного раствора сульфата натрия для получения раствора нитрата натрия с массовой долей 3%. **(6 баллов)**

2.3. Рассчитайте объём 25%-ного раствора соляной кислоты плотностью 1.1 г/мл, который необходимо добавить к 150 г 1.84%-ного раствора карбоната калия для получения раствора соляной кислоты с массовой долей 3%. **(6 баллов)**

2.4. Рассчитайте объём 25%-ного раствора соляной кислоты плотностью 1.1 г/мл, который необходимо добавить к 150 г 1.84%-ного раствора карбоната калия для получения раствора хлорида калия с массовой долей 1.5%. **(6 баллов)**

Задание 3

3.1. Смесь KNO_3 и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ массой 7.87 г прокалили при 400°C . К твердому остатку после прокаливания добавили воду, при этом образовались бесцветный раствор А и черный осадок В. Определите состав и массу осадка В, если при взаимодействии раствора А с подкисленным серной кислотой раствором иодида калия выделилось 0.732 л (при 25°C и 1 атм) бесцветного газа, быстро бурящего на воздухе. **(8 баллов)**

3.2. Смесь NaNO_3 и $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ массой 9.24 г прокалили при 400°C . К твердому остатку после прокаливания добавили воду, при этом образовались бесцветный раствор А и темно-зеленый осадок В. Определите состав и массу осадка В, если при взаимодействии раствора А с подкисленным серной кислотой раствором иодида натрия выделилось 0.976 л (при 25°C и 1 атм) бесцветного газа, быстро бурящего на воздухе. **(8 баллов)**

3.3. Смесь AgNO_3 и $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ массой 12.01 г прокалили при 500°C . Твердый остаток после прокаливания обработали соляной кислотой, при этом образовались бледно-розовый раствор А, черный осадок В и выделилось 0.732 л (при 25°C и 1 атм) желто-зеленого газа. Определите состав и массу осадка В. **(8 баллов)**

3.4. Смесь $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ массой 24.34 г прокалили при 300°C . Твердый остаток после прокаливания обработали соляной кислотой, при этом образовались бледно-розовый раствор А, черный осадок В и выделилось 1.220 л (при 25°C и 1 атм) желто-зеленого газа. Определите состав и массу осадка В. **(8 баллов)**

Задание 4

4.1. Неизвестную насыщенную монохлорсодержащую органическую кислоту массой 1.89 г сожгли. С продуктами сгорания может прореагировать 57.75 мл 5.8%-ного раствора нитрата серебра с плотностью 1.015 г/мл. Установите возможное строение кислоты и напишите уравнения протекающих реакций. **(8 баллов)**

4.2. Неизвестную насыщенную монохлорсодержащую органическую кислоту массой 1.085 г сожгли. С продуктами сгорания может прореагировать 28 мл 6%-ного раствора нитрата серебра с плотностью 1.05 г/мл. Установите возможное строение кислоты и напишите уравнения протекающих реакций. **(8 баллов)**

4.3. Неизвестную ароматическую монохлорсодержащую органическую кислоту массой 4.695 г сожгли. С продуктами сгорания может прореагировать 62.96 мл 7.5%-ного раствора нитрата серебра с плотностью 1.08 г/мл. Установите возможное строение кислоты и напишите уравнения протекающих реакций. **(8 баллов)**

4.4. Неизвестную ароматическую галогенсодержащую органическую кислоту массой 3.41 г сожгли. С продуктами сгорания может прореагировать 40.48 мл 8%-ного раствора нитрата серебра с плотностью 1.05 г/мл. Установите возможное строение кислоты и напишите уравнения протекающих реакций. **(8 баллов)**

Задание 5

5.1. Два сферических сосуда одинакового объема соединены трубкой пренебрежимо малого объема. В каждом сосуде содержится по 2 моль идеального газа. Первый сосуд поместили в термостат с температурой 100°C , а второй – в другой термостат. После того, как система пришла в равновесие, в первом сосуде стало на 0.62 моль газа меньше, чем во втором. Определите температуру второго термостата. **(10 баллов)**

5.2. Два сферических сосуда одинакового объема, заполненные идеальным газом, соединены трубкой пренебрежимо малого объема. Один из сосудов помещают в термостат с температурой 0°C , а второй – в термостат при 50°C . После того, как система пришла в равновесие, в первом сосуде стало на 0.5 моль газа больше, чем во втором. Сколько молей газа было в каждом сосуде изначально. **(10 баллов)**

5.3. Два сферических сосуда одинакового объема, соединенные трубкой пренебрежимо малого объема, находятся при температуре 25°C . В системе содержится 3 моль идеального газа. Первый сосуд поместили в термостат с температурой 0°C , а второй – в термостат с другой температурой. Определите температуру второго термостата, если после установления равновесия, давление в системе оказалось на 5% выше исходного. **(10 баллов)**

5.4. Два сферических сосуда одинакового объема, соединенные трубкой пренебрежимо малого объема, находятся при температуре 25°C . В каждом сосуде содержится по 2 моль идеального газа. Первый сосуд поместили в термостат с одной температурой, а второй – в термостат с другой температурой. После того, как система пришла в равновесие, в первом сосуде стало на 0.48 моль газа больше, чем во втором. Определите температуры термостатов, если после установления равновесия, давление в системе оказалось на 10% выше исходного. **(10 баллов)**

Задание 6

6.1. Безводные одноатомный спирт и одноосновная кислота вступают в реакцию этерификации в присутствии серной кислоты. При мольном соотношении спирт : кислота = 1 : 1 выход реакции равен b , а при соотношении 2 : 1 выход увеличивается на 25%.

- 1) Найдите b .
- 2) Определите константу равновесия реакции этерификации.
- 3) Чему будет равен выход при соотношении спирт : кислота = 1 : 2? **(10 баллов)**

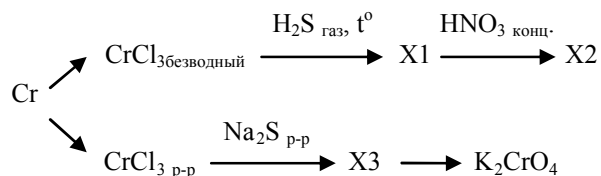
6.2. Безводные одноатомный спирт и одноосновная кислота вступают в реакцию этерификации в присутствии серной кислоты. Константа равновесия равна 0.45. При каком мольном соотношении спирт : кислота выход реакции будет равен 45%? При каком соотношении выход эфира будет минимальным, и чему он равен? **(10 баллов)**

6.3. Некоторая двухосновная кислота содержит две карбоксильные группы, разделённые длинной углеводородной цепью. Константа равновесия реакции этерификации по каждой карбоксильной группе равна K . В каком молярном соотношении следует взять эту кислоту и одноатомный спирт, чтобы после установления равновесия реакционная смесь содержала одинаковое количество моно- и диэфира? **(10 баллов)**

6.4. Некоторая двухосновная кислота содержит две карбоксильные группы, разделённые длинной углеводородной цепью. Константа равновесия реакции этерификации по каждой карбоксильной группе равна K . Смешали 5 моль спирта и 1 моль кислоты в присутствии катализатора. После окончания реакции в равновесной смеси содержалось в 2 раза больше диэфира, чем моноэфира. Найдите K и рассчитайте количества веществ в равновесной смеси. **(10 баллов)**

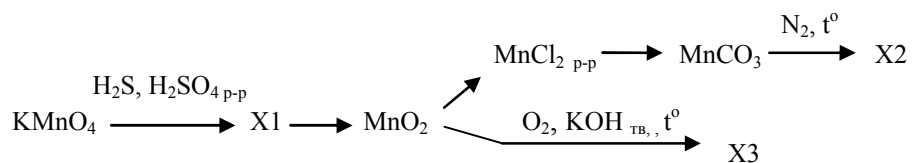
Задание 7

7.1. Напишите уравнения реакций приведенных ниже превращений и укажите условия их проведения (все X – вещества, содержащие хром):



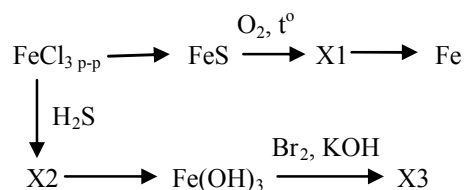
(12 баллов)

7.2. Напишите уравнения реакций приведенных ниже превращений и укажите условия их проведения (все X – вещества, содержащие марганец):



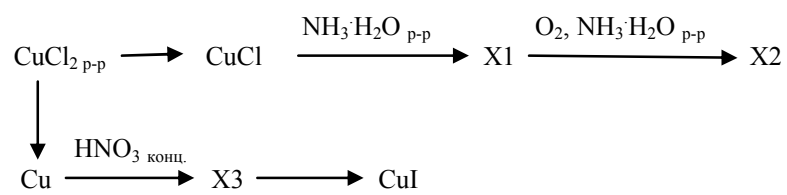
(12 баллов)

7.3. Напишите уравнения реакций приведенных ниже превращений и укажите условия их проведения (все X – вещества, содержащие железо):



(12 баллов)

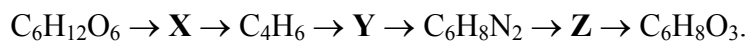
7.4. Напишите уравнения реакций приведенных ниже превращений и укажите условия их проведения (все X – вещества, содержащие медь):



(12 баллов)

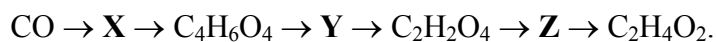
Задание 8

8.1. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности превращений:



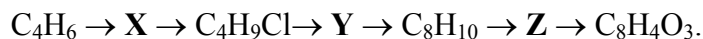
Укажите структурные формулы веществ и условия протекания реакций. (12 баллов)

8.2. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности превращений:



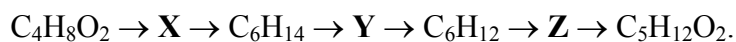
Укажите структурные формулы веществ и условия протекания реакций. (12 баллов)

8.3. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности превращений:



Укажите структурные формулы веществ и условия протекания реакций. (12 баллов)

8.4. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности превращений:



Укажите структурные формулы веществ и условия протекания реакций. (12 баллов)

Задание 9

9.1. К подкисленному серной кислотой раствору дихромата калия добавили цинк. Реакцию проводили без доступа воздуха и наблюдали изменения окраски раствора. После полного растворения цинка к раствору добавили избыток гидроксида натрия, что привело к образованию 34.4 г осадка, который отфильтровали. Через раствор пропустили углекислый газ, образовавшийся осадок отфильтровали и прокалили. Масса твердого остатка составила 145 г. Напишите уравнения всех протекающих реакций. Определите количества дихромата калия и цинка, вступивших в реакции. Считайте, что цинк реагирует только с соединениями хрома. **(14 баллов)**

9.2. В раствор массой 50 г, содержащий сульфат железа(III) (5 масс.%) и сульфат никеля (5 масс.%), поместили цинковую пластину. Определите, насколько изменилась масса пластины, если известно, что раствор практически обесцветился, а при добавлении к оставшемуся раствору (без доступа воздуха) избытка концентрированного водного раствора аммиака происходит образование 0.9 г осадка. Напишите уравнения протекающих реакций. **(14 баллов)**

9.3. К раствору CrCl_2 добавили бром и избыток гидроксида натрия. Бром прореагировал полностью. Через полученный раствор пропустили избыток CO_2 , в результате чего образовался осадок массой 3.4 г. Осадок отфильтровали. Вещество, содержащееся в фильтрате, может прореагировать с концентрированным раствором соляной кислоты, при этом выделится 2.24 л хлора (н.у.). Рассчитайте количество исходного хлорида хрома (II). Напишите уравнения всех протекающих реакций. **(14 баллов)**

9.4. В раствор сульфата меди(II) на некоторое время поместили цинковую пластину. После того, как пластину вынули из раствора, оказалось, что в полученном растворе при добавлении избытка раствора гидроксида натрия образуется 9.8 г осадка, а при добавлении к тому же раствору сульфида аммония – 29 г осадка. Определите, насколько изменилась масса пластинки после того, как ее вынули из раствора. Напишите все указанные реакции. **(14 баллов)**

Задание 10

10.1. Смесь ацетата и формиата кальция прокалили при 440°C. Масса твердого остатка составила 30.0 г. При охлаждении продуктов прокаливания до 0°C получена жидкость, к которой прибавили избыток аммиачного раствора оксида серебра, при этом выпало 43.2 г осадка. Чему равна массовая доля формиата кальция в исходной смеси, если масса образовавшегося при прокаливании ацетона составила 5.8 г? **(14 баллов)**

10.2. Смесь пропионата и формиата кальция прокалили при 450°C. Масса твердого остатка составила 45.0 г. При охлаждении продуктов прокаливания до 0°C была получена жидкость, к которой прибавили избыток аммиачного раствора оксида серебра, при этом выпало 64.8 г осадка. Чему равна массовая доля формиата кальция в исходной смеси, если масса образовавшегося при прокаливании диэтилкетона (пентанона-3) составила 12.9 г? **(14 баллов)**

10.3. Эквимолярную смесь ацетата и пропионата кальция прокалили при 440°C. Масса твердого остатка составила 40.0 г. При охлаждении газообразных продуктов прокаливания до 20°C получена жидкость, к которой прибавили избыток водного раствора йода и щелочи, при этом выпал желтоватый осадок, а масса не растворившейся в воде жидкости составила 8.6 г (растворимостью этого вещества в воде можно пренебречь). Чему равна масса выпавшего осадка? **(14 баллов)**

10.4. Эквимолярную смесь ацетата и бутаноата кальция прокалили при 450°C. Масса твердого остатка составила 6.0 г. При охлаждении газообразных продуктов прокаливания до 20°C получена жидкость, к которой прибавили избыток водного раствора йода и щелочи, при этом выпал желтоватый осадок, а масса не растворившейся в воде жидкости составила 2.28 г (растворимостью этого вещества в воде можно пренебречь). Чему равна масса выпавшего осадка? **(14 баллов)**