

Олимпиада «Ломоносов» по химии
Отборочный тур
Задания для 10-11 классов

Задание 1 (4 балла)

1. Приведите структурные формулы двух изомеров состава C_3H_6O , относящихся к разным классам органических соединений.
2. Приведите структурные формулы двух изомеров состава C_4H_6 , относящихся к разным классам органических соединений.
3. Приведите структурные формулы двух изомеров состава $C_3H_6O_2$, относящихся к разным классам органических соединений.
4. Приведите структурные формулы двух изомеров состава $C_4H_{10}O$, относящихся к разным классам органических соединений.
5. Приведите структурные формулы двух изомеров состава C_3H_8O , относящихся к разным классам органических соединений.
6. Приведите структурные формулы двух изомеров состава C_5H_{10} , относящихся к разным классам органических соединений.
7. Приведите структурные формулы двух изомеров состава C_6H_{10} , относящихся к разным классам органических соединений.
8. Приведите структурные формулы двух изомеров состава $C_4H_{10}O_2$, относящихся к разным классам органических соединений.

Задание 2 (6 баллов)

1. Пропускание бутина-1 в водный раствор неизвестного вещества привело к выпадению белого осадка, а добавление иодида калия к такому же раствору – к выпадению желтого осадка. Определите неизвестное вещество, запишите уравнения реакций.
2. Пропускание пропина в раствор неизвестного вещества привело к выпадению белого осадка, а пропускание оксида углерода(II) в такой же раствор – к выпадению черного осадка. Определите неизвестное вещество, запишите уравнения реакций.
3. Пропускание бутина-1 в раствор неизвестного вещества привело к выпадению красного осадка, а пропускание сероводорода в такой же раствор – к выпадению черного осадка. Определите неизвестное вещество, запишите уравнения реакций.
4. Пропускание ацетилена в раствор неизвестного вещества привело к выпадению красного осадка, а пропускание кислорода в такой же раствор – к изменению окраски этого раствора на синюю. Определите неизвестное вещество, запишите уравнения реакций.
5. Добавление анилина к окрашенному раствору неизвестного вещества привело к выпадению белого осадка, а пропускание избытка ацетилена в такой же раствор – к полному его обесцвечиванию. Определите неизвестное вещество, запишите уравнения реакций.
6. Нагревание неизвестного окрашенного твердого вещества с этиловым спиртом привело к изменению окраски вещества на красно-розовую, а растворение его в серной кислоте – к образованию синего раствора. Определите неизвестное вещество.
7. Неизвестный газ легче азота при пропускании в раствор, содержащий аммиачный комплекс меди(I), вызывает выпадение красного осадка, а пропускание избытка этого газа в бромную воду полностью ее обесцвечивает. Определите неизвестный газ.
8. Пропускание неизвестного газа тяжелее ацетилена в аммиачный раствор оксида серебра привело к выпадению черного осадка, а пропускание этого газа над нагретым оксидом меди(II) – к образованию металлической меди. Определите неизвестный газ, запишите уравнения реакций.

Задание 3 (8 баллов)

1. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы PF_3 .
2. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы SiF_4 .
3. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы GeF_4 .
4. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы HOCl .
5. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы SCl_2 .
6. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы SiCl_4 .
7. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы F_2O .
8. Используя представления о гибридизации орбиталей, предскажите пространственное строение молекулы AsCl_3 .

Задание 4 (8 баллов)

1. На углеводород C_6H_{10} действовали подкисленным раствором перманганата калия и получили 2-метилпентандиовую кислоту. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

2. На углеводород C_7H_{12} действовали подкисленным раствором дихромата калия и получили 3-метилгександиовую кислоту. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

3. На углеводород C_6H_{12} действовали подкисленным раствором перманганата калия и получили ацетон. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

4. На углеводород C_5H_{10} действовали подкисленным раствором дихромата калия и получили бутанон. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

5. На углеводород C_6H_{10} действовали подкисленным раствором перманганата калия и получили пропионовую кислоту. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

6. На углеводород C_8H_6 действовали подкисленным раствором дихромата калия и получили бензойную кислоту. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

7. На углеводород C_6H_{12} действовали подкисленным раствором дихромата калия и получили пентанон-3. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

8. На углеводород C_9H_8 действовали подкисленным раствором перманганата калия и получили бензол-1,2-дикарбоновую кислоту. Запишите уравнение реакции, используя структурные формулы органических веществ.

Задание 5 (14 баллов)

1. Эквимолярную смесь хромата и дихромата аммония прокаливали до полного разложения. Газообразные продукты, образующиеся в процессе прокаливания, пропускали через 250 мл дистиллированной воды и получили раствор плотностью 0.995 г/мл с рН 11.415. Определите массу твердого остатка после прокаливания. $K_{\text{дисс}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$.
2. Эквимолярную смесь пентагидрата сульфата меди(II) и гидроксида меди(II) прокаливали до полного разложения. Газообразные продукты, образующиеся в процессе прокаливания, пропускали через 400 мл дистиллированной воды и получили раствор плотностью 1.017 г/мл с рН 1.129. Определите объем не поглощенного водой газа (20 атм). Константа диссоциации H_2SO_3 по первой ступени равна $1.4 \cdot 10^{-2}$.
3. Эквимолярную смесь $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ и гидроксида алюминия прокаливали до полного разложения. Газообразные продукты, образующиеся в процессе прокаливания, пропускали через 350 мл дистиллированной воды и получили раствор плотностью 1.036 г/мл с рН 0.935. Определите массу твердого остатка после прокаливания. Константа диссоциации H_2SO_3 по первой ступени равна $1.4 \cdot 10^{-2}$.
4. Газообразные продукты, образующиеся при сильном нагревании эквимолярной смеси гидрофосфата и дигидрофосфата аммония, пропускали через 300 мл дистиллированной воды. Значение рН раствора плотностью 0.985 г/мл, полученного после полного разложения смеси, составило 11.749. Определите массу метафосфорной кислоты, оставшейся после разложения. $K_{\text{дисс}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

5. Газообразные продукты, образующиеся в процессе прокаливания эквимолярной смеси $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и гидроксида хрома(III), пропускали через 550 мл дистиллированной воды. Значение pH раствора, полученного после полного разложения смеси, составило 0.914, а плотность его – 1.039 г/мл. Определите массу твердого остатка после прокаливания. Константа диссоциации H_2SO_3 по первой ступени равна $1.4 \cdot 10^{-2}$.

6. Газообразные продукты полного термического разложения эквимолярной смеси карбоната и гидрокарбоната аммония пропускали через твердый гидроксид натрия. Прошедший через щелочь газ затем полностью поглотили 320 мл дистиллированной воды. Значение pH полученного раствора плотностью 0.988 г/мл составило 11.693. Определите массу исходной смеси солей. $K_{\text{дисс.}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

7. Газообразные продукты, образующиеся в процессе прокаливания эквимолярной смеси хромата и дихромата аммония, пропускали через 350 мл дистиллированной воды. После полного разложения смеси солей был получен раствор плотностью 0.991 г/мл, значение pH которого составило 11.598. Определите массу магния, который сможет при нагревании прореагировать с не поглощенным водой газом. $K_{\text{дисс.}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

8. Газообразные продукты, образующиеся в процессе прокаливания эквимолярной смеси гептагидрата сульфата цинка и гидроксида цинка, пропускали через 450 мл дистиллированной воды. После полного разложения смеси был получен раствор плотностью 1.018 г/мл, значение pH которого составило 1.110. Определите массу исходной смеси. Константа диссоциации H_2SO_3 по первой ступени равна $1.4 \cdot 10^{-2}$.

Задание 6 (14 баллов)

1. Вещества **A** и **B** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **A** равен 55 мин, а вещества **B** – 11 мин. Начальные концентрации веществ **A** и **B** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **A** окажется в 5 раз больше, чем вещества **B**.

2. Вещества **C** и **D** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **C** равен 66 мин, а вещества **D** – 22 мин. Начальные концентрации веществ **C** и **D** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **C** окажется в 3 раза больше, чем вещества **D**.

3. Вещества **E** и **F** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **E** равен 77 мин, а вещества **F** – 11 мин. Начальные концентрации веществ **E** и **F** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **E** окажется в 7 раз больше, чем вещества **F**.

4. Вещества **G** и **H** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **G** равен 99 мин, а вещества **H** – 33 мин. Начальные концентрации веществ **G** и **H** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **G** окажется в 3 раза больше, чем вещества **H**.

5. Вещества **M** и **N** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **M** равен 111 мин, а вещества **N** – 33 мин. Начальные концентрации веществ **M** и **N** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **M** окажется в 5 раз больше, чем вещества **N**.

6. Вещества **Q** и **R** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **Q** равен 220 мин, а вещества **R** – 22 мин. Начальные концентрации веществ **Q** и **R** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **Q** окажется в 10 раз больше, чем вещества **R**.

7. Вещества **S** и **W** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **S** равен 330 мин, а вещества **W** – 33 мин. Начальные концентрации веществ **S** и **W** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **S** окажется в 9 раз больше, чем вещества **W**.

8. Вещества **X** и **Y** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **X** равен 440 мин, а вещества **Y** – 44 мин. Начальные концентрации веществ **X** и **Y** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **X** окажется в 5 раз больше, чем вещества **Y**.

Задание 7 (20 баллов)

1. Минерал гюбнерит $MnWO_4$ с примесью ферберита $FeWO_4$ подвергли сплавлению с карбонатом натрия в присутствии кислорода. Предложите путь разделения образовавшейся после сплавления смеси и получения из нее индивидуальных соединений железа, марганца и вольфрама. Предложите способы получения указанных металлов из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

2. Минерал цинкит ZnO с примесями оксида магния MgO и оксида свинца PbO («красную цинковую руду») подвергли сплавлению с пиросульфатом натрия. Предложите путь разделения образовавшейся после сплавления смеси и получения из нее индивидуальных соединений цинка, магния и свинца. Предложите способы получения указанных металлов из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

3. Минерал диаспор $AlO(OH)$ с примесями магнетита Fe_3O_4 и топаза $Al_2SiO_4(OH)_2$ подвергли нагреванию с концентрированной серной кислотой. Предложите путь разделения образовавшейся после нагревания смеси и получения из нее индивидуальных соединений алюминия, железа и кремния. Предложите способы получения указанных металлов и кремния из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

4. Калиевую слюду $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ с примесью оксида хрома Cr_2O_3 («фуксит») подвергли сплавлению с избытком твердого гидроксида калия в присутствии кислорода. Предложите путь разделения образовавшейся после нагревания смеси и получения из нее индивидуальных соединений алюминия, хрома и кремния. Предложите способы получения указанных металлов и кремния из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

5. Минерал галенит PbS с примесями сфалерита ZnS и пирита FeS_2 подвергли обжигу в токе кислорода. Предложите путь разделения образовавшейся после обжига смеси и получения из нее индивидуальных соединений свинца, цинка и железа. Предложите способы получения указанных металлов из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

6. Минерал халькозин Cu_2S с примесями борнита Cu_5FeS_4 и сфалерита ZnS подвергли обжигу в токе кислорода. Предложите путь разделения образовавшейся после обжига смеси и получения из нее индивидуальных соединений меди, железа и цинка. Предложите способы получения указанных металлов из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

7. Минерал ленаит $AgFeS_2$ с примесью вюрцита ZnS подвергли обжигу в токе кислорода. Предложите путь разделения образовавшейся после обжига смеси и получения из нее индивидуальных соединений серебра, цинка и железа. Предложите способы получения указанных металлов из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

8. Минерал шеелит CaWO_4 с примесью ферберита FeWO_4 подвергли сплавлению с гидроксидом натрия в присутствии кислорода. Предложите путь разделения образовавшейся после сплавления смеси и получения из нее индивидуальных соединений кальция, железа и вольфрама. Предложите способы получения указанных металлов из этих индивидуальных соединений. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций.

Задание 8 (26 баллов)

1. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных, а вторая не содержит вторичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора NaOH. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 4.89 л газа **A** (25°C, 1 атм), 25.2 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка уксусной кислоты выделилось 12.23 л газа **C** (25°C, 1 атм). Плотность смеси газов **A** и **C** по метану составила 3.0. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения 1,4-диаминобутана из вещества **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

2. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных, а вторая не содержит третичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора KOH. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 9.79 л газа **A** (25°C, 1 атм), 16.8 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка муравьиной кислоты выделилось 14.68 л газа **C** (25°C, 1 атм). При смешении газов **A** и **C** образовалась смесь с плотностью, равной плотности **A**. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения циклопентанола из вещества **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

3. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных, а вторая не содержит третичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора KOH. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 7.34 л газа **A** (25°C, 1 атм), 18.4 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка пропионовой кислоты выделилось 12.23 л газа **C** (25°C, 1 атм). При смешении газов **A** и **C** образовалась смесь с плотностью, равной плотности **A**. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения фенилглицина (амино(фенил)уксусной кислоты) из вещества **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

4. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных, а вторая не содержит вторичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора NaOH. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 4.89 л газа **A** (25°C, 1 атм), 27.6 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка щавелевой кислоты выделилось 12.23 л газа **C** (25°C, 1 атм). При смешении газов **A** и **C** образовалась смесь с плотностью, равной плотности **A**. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения *m*-нитроминдальной (гидрокси(3-нитро-фенил)уксусной) кислоты из веществ **A** и **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

5. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных, а вторая не содержит вторичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора КОН. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 8.56 л газа **A** (25°C, 1 атм), 17.5 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка уксусной кислоты выделилось 14.68 л газа **C** (25°C, 1 атм). При смешении газов **A** и **C** образовалась смесь с плотностью, равной плотности **A**. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения глутаминовой кислоты из вещества **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

6. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора NaOH. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 979 мл газа **A** (25°C, 1 атм), 4.2 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка муравьиной кислоты выделилось 2.445 л газа **C** (25°C, 1 атм). Плотность смеси газов **A** и **C** равна плотности аргона. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения -оксиглутаровой (2-гидроксипентандиовой) кислоты из вещества **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

7. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора NaOH. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 489 мл газа **A** (25°C, 1 атм), 2.34 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка серной кислоты выделилось 1.223 л газа **C** (25°C, 1 атм). Плотность смеси газов **A** и **C** по неону составила 2.0. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения пропиофенона (фенилэтилкетона) из веществ **A** и **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

8. К смеси двух одноосновных карбоновых кислот, одна из которых не содержит первичных, а вторая не содержит вторичных атомов углерода, добавили избыток концентрированного раствора NaOH. Раствор упарили, осадок прокалили со щелочью и получили 489 мл газа **A** (25°C, 1 атм), 7.8 г жидкости **B** и твердый остаток, при добавлении к которому избытка серной кислоты выделилось 2.936 л газа **C** (25°C, 1 атм). Плотность смеси газов **A** и **C** по неону составила 2.3. Установите строение и массы кислот. Предложите способ получения 5-бромсалициловой (5-бром-2-гидроксibenзойной) кислоты из вещества **B** с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.