

Муниципальный этап ВСОШ по ХИМИИ. 11 класс

Задание 1 (20 баллов).

Многие органические соединения реагируют с бромом, но лишь небольшая часть из них – с бромной водой (водным раствором брома).

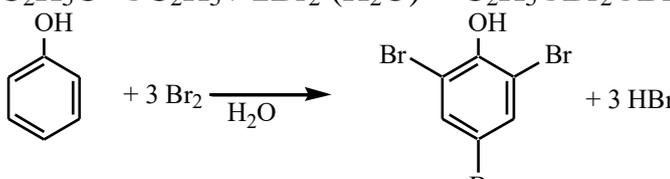
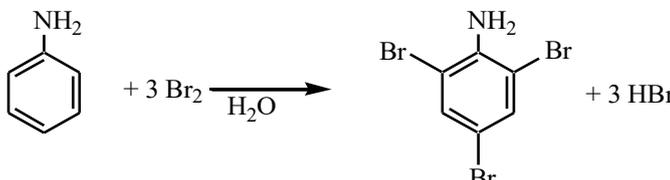
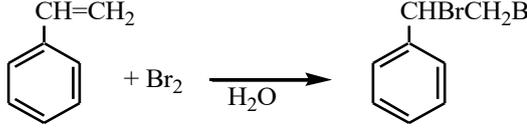
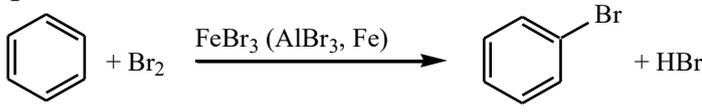
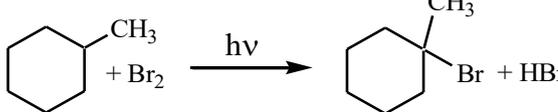
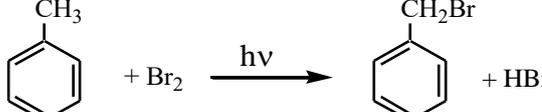
Задание:

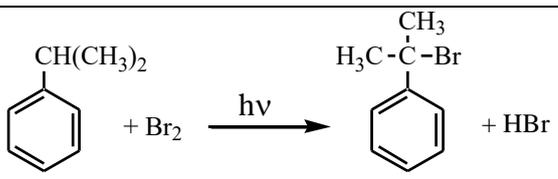
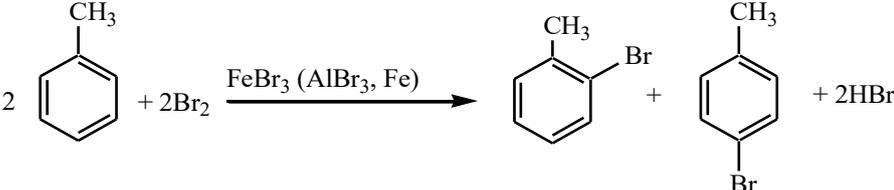
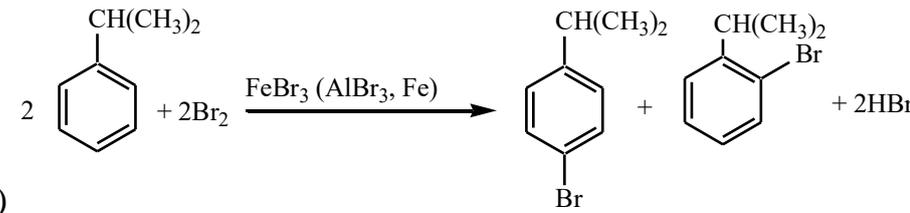
Из перечисленных ниже веществ выберите те, которые реагируют с бромной водой и напишите уравнения реакций с избытком бромной воды. Для остальных соединений напишите уравнения реакций с 1 моль брома и укажите условия их протекания. При написании реакций используйте структурные формулы органических соединений.

Перечень веществ:

Фенол, толуол, метилциклогексан, анилин, стирол, бензол, кумол, диэтилацетилен

Решение и критерии оценивания

<p>С бромной водой:</p> <p>1) $C_2H_5C\equiv CC_2H_5 + 2Br_2 (H_2O) = C_2H_5CBr_2CBr_2C_2H_5$</p> <p>2) </p> <p>3) </p> <p>4) </p> <p>С бромом:</p> <p>5) </p> <p>6) </p> <p>7) </p>	<p>По 2 балла за реакцию</p>
--	----------------------------------

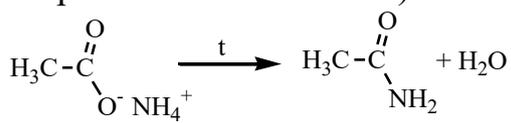
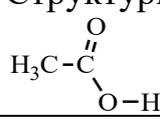
<p>8) </p> <p>9) </p> <p>10) </p> <p>В реакции 9 необходимо <i>написание двух изомеров</i>, в случае, если написан один изомер, уравнение оценивается в 1 балл. В реакции 10 допустимо написание только <i>пара</i>-изомера.</p> <p>Если в уравнениях 5-10 не указаны условия проведения реакций (облучение, катализатор), то такие уравнения оцениваются в 1 балл.</p>	
Итого	20 баллов

Задание 2 (20 баллов).

Известно, что кислородсодержащее органическое соединение **A** реагирует с кальцием (реакция **1**), гидроксидом натрия (реакция **2**) и аммиаком (реакция **3**). При нагревании выше 450 °С соединение **A** разлагается с образованием двух газов, один из которых входит в состав воздуха (реакция **4**). Продукт взаимодействия соединения **A** с аммиаком – соединение **B** – является твердым веществом, которое при нагревании выше температуры плавления превращается в другое твердое вещество **B** (реакция **5**). При сжигании 0,77 г вещества **B** в избытке кислорода образуется 448 мл (н.у.) углекислого газа и 0,63 мл воды. Какова структурная формула вещества **A**? Ответ подтвердите необходимыми расчетами. Напишите уравнения реакций **1-5**. Назовите соединения **A**, **B**, **B**.

Решение и критерии оценивания

Решение	Баллы
Судя по реакционной способности соединение A может относиться к классу карбоновых кислот.	1 балл
Расчет молекулярной формулы аммониевой соли B : $n(\text{C})=n(\text{CO}_2)=0,448 : 22,4 = 0,02$ моль; $m(\text{C})= 0,02 \cdot 12=0,24$ г $n(\text{H})=2n(\text{H}_2\text{O})= 2 \cdot 0,63 : 18 = 0,07$ моль; $m(\text{H})=0,07$ г $m(\text{N}+\text{O})=0,77 - 0,24 - 0,07 = 0,46$ г	за вывод молекулярной формулы 5 балла

<p>$n(\text{O}) / n(\text{N}) = 2$, т.к. во всех аммониевых солях карбоновых кислот на один атом азота приходится 2 атома кислорода Составляем систему уравнений: $14x + 16y = 0,46$ $y = 2x$ $x = n(\text{N}) = 0,01$ моль; $y = n(\text{O}) = 0,02$ моль $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O})$ $0,02 : 0,07 : 0,01 : 0,02$ $2 : 7 : 1 : 2$ Молекулярная формула соли – $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2 \equiv \text{CH}_3\text{COONH}_4$ - соль Б Соединение А – CH_3COOH</p>	
<p>Уравнения реакций $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 = \text{CH}_3\text{COONH}_4$ $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$ (декарбоксилирование при нагревании выше 450°C) </p>	<p>по 2 балла за уравнение – всего 10 баллов</p>
<p>Структурная формула А </p>	<p>1 балл</p>
<p>Названия веществ А – уксусная (этановая) кислота Б – ацетат (этанат) аммония В – ацетамид (амид уксусной кислоты, этанамид)</p>	<p>по 1 баллу за название – всего 3 балла</p>
<p>Итого</p>	<p>20 баллов</p>

Задание 3 (20 баллов).

Смесь метиламина и диметиламина массой 7,95 г разделили на две равные части. Первую сожгли в избытке кислорода и получили 7,28 л (н.у.) углекислого газа. Рассчитайте массовую долю веществ в смеси и минимальный объем 10 % раствора соляной кислоты, необходимой для поглощения второй половины смеси аминов. Считайте плотность раствора кислоты равной 1 г/мл, выходы продуктов реакций равными 100%.

Решение и критерии оценивания

<p>Уравнения реакций $4\text{CH}_3\text{NH}_2 + 9\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$ $4(\text{CH}_3)_2\text{NH} + 15\text{O}_2 = 8\text{CO}_2 + 17\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$ $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ $(\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{HCl} = (\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Cl}$</p>	<p>По 2 балла за уравнение, всего 8 баллов</p>
---	--

$n(\text{CO}_2) = 7,28 : 22,4 = 0,325$ моль	1 балл
$n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = x$; $n((\text{CH}_3)_2\text{NH}) = y$; $31x + 45y = 7,95$ $n_1(\text{CO}_2) = n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = x$; $n_2(\text{CO}_2) = 2n((\text{CH}_3)_2\text{NH}) = 2y$; $x + 2y = 0,325$ $x = 0,075$ моль; $y = 0,125$ моль	6 баллов
$m(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 2,325$ г; $m((\text{CH}_3)_2\text{NH}) = 5,625$ г $\omega(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 29,25\%$; $\omega((\text{CH}_3)_2\text{NH}) = 70,75\%$	2 балла
$n(\text{HCl}) = n(\text{аминов}) = 0,075 + 0,125 = 0,2$ моль $m(\text{HCl}) = 7,3$ г $m(\text{HCl})_{\text{раствор}} = 73$ г; $V(\text{HCl})_{\text{раствор}} = 73$ мл	3 балла
Итого	20 баллов

Задание 4 (20 баллов).

При изготовлении печатных плат используется хлорное железо. При этом медный проводник частично или полностью растворяется при взаимодействии с указанной солью. Печатную плату выдержали в 100 г 20% раствора хлорида железа (III) до тех пор, пока массовые доли солей железа не уравнились. В образовавшийся раствор внесли необходимое количество йодоводорода.

Задание: Определите массовую долю веществ в конечном растворе и количество внесенного йодоводорода.

Решение и критерии оценивания (всего 20 баллов)

Решение и критерии оценивания	Баллы
Написаны уравнения реакций: $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ (1) $2\text{CuCl}_2 + 4\text{HI} = 2\text{CuI} + \text{I}_2 + 4\text{HCl}$ (2) $2\text{FeCl}_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 6\text{HCl}$ (3) $\text{FeCl}_2 + \text{HI} =$ реакция не идет	6
Определены количества веществ, находящихся в растворе после реакции (1): $n(\text{FeCl}_3) = 20\text{г} / 162,5 \text{ г/моль} = 0,123$ моль вступило в реакцию – x моль, следовательно образовалось x моль хлористого железа и $0,5x$ моль хлорида меди; $M(\text{FeCl}_3) = 162,5 \text{ г/моль}$; $M(\text{FeCl}_2) = 127 \text{ г/моль}$ Т.к. равны массовые доли, то $m(\text{FeCl}_3) = 162,5 \text{ г/моль} * (0,123 - x)$; $m(\text{FeCl}_2) = 127x$ $m(\text{FeCl}_3) = m(\text{FeCl}_2)$; отсюда $x = 0,069$ моль. $n(\text{FeCl}_2) = 0,069$ моль, $n(\text{CuCl}_2) = 1/2 * 0,069 = 0,0345$ моль В растворе осталось $0,123 - 0,069 = 0,054$ моль хлорного железа $n(\text{FeCl}_3) = 0,054$ моль.	4
Определено общее количество и масса йодоводорода, вступившего в реакции 2 и 3: $n(\text{HI})_{p_2} = 2n(\text{CuCl}_2) = 0,069$ моль; $n(\text{HI})_{p_3} = 3n(\text{FeCl}_3) = 0,054 * 3 = 0,162$ моль; $n(\text{HI})_s = 0,069 + 0,162 = 0,231$ моль;	2

$m(\text{HI})=0,231*128=29,57 \text{ г}$	
<p>Определены массовые доли хлорида и йодида железа (II), а также хлороводорода в конечном растворе:</p> <p>1. Масса раствора после реакции (1):</p> $m_{\text{р-ра},1} = m_{\text{р-р}}(\text{FeCl}_3) + m(\text{Cu})_{\text{р1}}$ $m(\text{Cu})_{\text{р1}} = 64*0,0345 = 2,21 \text{ г}$ $m_{\text{р-ра},1} = 100 + 2,21 = 102,21 \text{ г}$ <p>2. Масса раствора после реакции (2) и (3):</p> $m_{\text{р-ра},2,3} = m_{\text{р-р},1}(\text{FeCl}_3) - m(\text{CuI}) - m(\text{I}_2)_{\text{р2}} - m(\text{I}_2)_{\text{р3}} + m(\text{HI})_{\text{с}}$ $m(\text{CuI}) = 0,0345*191 = 6,59 \text{ г}$ $m(\text{I}_2)_{\text{р2}} = 1/2*0,0345*254 = 4,38 \text{ г}$ $m(\text{I}_2)_{\text{р3}} = 1/2*0,054*254 = 6,86 \text{ г}$ $m_{\text{р-ра},2,3} = m_{\text{р-р},1}(\text{FeCl}_3) - m(\text{CuI}) - m(\text{I}_2)_{\text{р2}} - m(\text{I}_2)_{\text{р3}} + m(\text{HI})_{\text{с}} = 102,21 - 6,59 - 4,38 - 6,86 + 29,57 = 113,95$ <p>3. Массы веществ в растворе:</p> $m(\text{FeI}_2) = 0,054*310 = 16,64 \text{ г}$ $m(\text{FeCl}_2) = 0,069*127 = 8,76 \text{ г}$ $m(\text{HCl}) = (0,0345*2 + 0,054*3)*36,5 = 8,43 \text{ г}$ <p>4. $\omega(\text{FeI}_2) = 16,64/113,95 = 0,146$ или 14,6 % $\omega(\text{HCl}) = 8,43/113,95 = 0,074$ или 7,4% $\omega(\text{FeCl}_2) = 8,76/113,95 = 0,0769$ или 7,7%</p>	8
Всего	20

Задание 5 (20 баллов).

В химической лаборатории имеются разбавленные растворы вещества А и вещества Б, которые не взаимодействуют с нерастворимым в воде веществом В. Раствор А окрашен. Вещество В красного цвета. При смешивании растворов А и Б химического взаимодействия не происходит. Если смешать растворы А и Б, а затем к полученному раствору добавить вещество В, то химическая реакция произойдет. В результате реакции образуется сульфат меди и выделяется бесцветный газ, бурящийся на воздухе.

Задание:

1. Предположите, о каких веществах идет речь.
2. Напишите уравнения реакций в молекулярной и сокращенной ионной формах.
3. Рассчитайте объем бесцветного газа, который выделится, если взять 48 г вещества В: а) при н.у.; б) при 25 °С и давлении 1,2 атм.

Решение и критерии оценивания	Баллы
Бесцветный газ бурящийся на воздухе – NO	1
При проведении реакции с разбавленными растворами NO может выделяться при действии разбавленной азотной кислоты на	2

малоактивные восстановители. С учетом того, что продуктами реакции являются только CuSO_4 , NO и H_2O , такими восстановителями могли бы быть только Cu и Cu_2O .	
тогда при сливании растворов Б и В должна образовываться разбавленная азотная кислота, а сами эти растворы – не реагировать с Cu и Cu_2O . Учитывая то, что вторым продуктом этой реакции может быть только сульфат меди, приходим к выводу, что это разбавленная серная кислота и раствор нитрата меди.	2
Однако разбавленная серная кислота реагирует с Cu_2O по уравнению $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cu} + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	2
Итак: А- нитрат меди, Б - серная кислота-, В- медь	3
Уравнения реакции: молекулярное – $3\text{Cu} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{CuSO}_4 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$	2
сокращенное ионное $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$	2
$\nu(\text{Cu})=48:64=0,75$ моль	1
$\nu(\text{NO})= 2/3\nu(\text{Cu})=0,5$ моль	2
При н.у. $V(\text{NO}) = 11,2$ л	1
При 25°C и $1,2$ атм объем $V(\text{NO})=10,2$ л Расчет по уравнению Менделеева-Клапейрона или по объединенному газовому закону $PV = \nu RT$ $1,2 * 101,3 * V = 0,5 * 8,314 * 298$ Ответ: при н.у. $V(\text{NO}) = 11,2$ л; при 25°C и $1,2$ атм объем $V(\text{NO})=10,2$ л	2
Итого	20