

Муниципальный этап ВСОШ по ХИМИИ. 10 класс

Задание 1 (20 баллов).

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

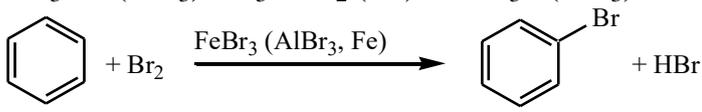
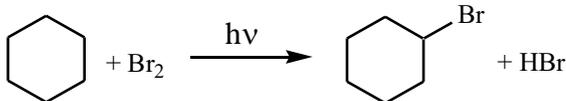
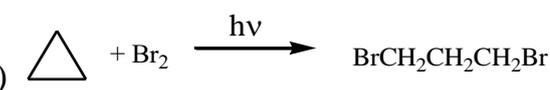
Задание:

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:

Изобутан, циклопропан, дивинил, диэтилацетилен, этилен, изопрен, бензол, циклогексан, этан, пропин

Решение

<p>С бромной водой:</p> <p>1) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O}) = \text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$</p> <p>2) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH} + 2\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O}) = \text{CH}_3\text{CBr}_2\text{CHBr}_2$</p> <p>3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{C}\equiv\text{CC}_2\text{H}_5 + 2\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{CBr}_2\text{CBr}_2\text{C}_2\text{H}_5$</p> <p>4) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O}) = \text{BrCH}_2-\text{CHBr}-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$</p> <p>5)</p> <p>$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O}) = \text{BrCH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$</p> <p>С бромом:</p> <p>6) $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Br}_2 (h\nu) = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{HBr}$</p> <p>7) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 + \text{Br}_2 (h\nu) = \text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)\text{BrCH}_3 + \text{HBr}$</p> <p>8) </p> <p>9) </p> <p>10) </p> <p><i>Если в уравнениях 6-10 не указаны условия проведения реакций (облучение, катализатор), то такие уравнения оцениваются в 1 балл.</i></p>	<p>По 2 балла за реакцию</p>
<p>Итого</p>	<p>20 баллов</p>

Задание 2 (20 баллов).

Технический карбид алюминия, массой 100 г, содержащий 28% песка, добавили к избытку разбавленного раствора серной кислоты. Выделившийся газ смешали со 150 л (н.у.) хлора и подвергли облучению УФ-светом. После окончания реакции получили 104 мл бинарного соединения, представляющего из себя бесцветную жидкость с плотностью 1,6 г/мл.

Задание:

Рассчитайте массовую долю выхода продукта второй реакции, приняв выход первой реакции равным 100 %.

Решение и критерии оценивания

Уравнения реакций $Al_4C_3 + 6 H_2SO_4 = 2 Al_2(SO_4)_3 + 3 CH_4$ $CH_4 + 4 Cl_2 = CCl_4 + 4 HCl$ Бинарное соединение, образующееся при хлорировании метана - CCl_4	по 1,5 балла за уравнение, всего 3 балла
$m(Al_4C_3) = 100 - 100 \cdot 0,28 = 72 \text{ г}$ $n(Al_4C_3) = 72 : 144 = 0,5 \text{ моль}$	3 балла
$n(CH_4) = 3n(Al_4C_3) = 1,5 \text{ моль}$	3 балла
$n(Cl_2)_{\text{теор}} = 4 n(CH_4) = 6 \text{ моль}$ $n(Cl_2)_{\text{факт}} = 150 : 22,4 = 6,7 \text{ моль} - \text{избыток}$	3 балла
$n(CCl_4) = n(CH_4) = 1,5 \text{ моль}$ $m(CCl_4)_{\text{теор}} = 1,5 \cdot 154 = 231 \text{ г}$	3 балла
$m(CCl_4)_{\text{факт}} = 104 \cdot 1,6 = 166,4 \text{ г}$	3 балла
$\eta = 166,4 : 231 = 0,72 \text{ или } 72\%$	2 балла
Итого	20 баллов

Задание 3 (20 баллов).

В 15 %-ный раствор карбоната натрия пропускали оксид углерода (IV) до получения раствора с равными массовыми долями карбоната и гидрокарбоната натрия. Путем некоторых химических операций соли были выделены и разделены. Кислую соль прокалили.

Задание:

1. Рассчитайте массовую долю солей в растворе.
2. Рассчитайте тепловой эффект реакции, если теплота образования карбоната натрия -1129 кДж/моль , гидрокарбоната натрия -914 кДж/моль , углекислого газа -393 кДж/моль , паров воды -242 кДж/моль .
3. Вычислите количество теплоты (q), которое выделится или поглотится, если в данную реакцию вступит весь выделенный гидрокарбонат натрия.

Решение и критерии оценки

Решение и критерии оценки	Баллы
---------------------------	-------

<p>При пропускании CO_2 в раствор Na_2CO_3 постепенно образуется кислая соль. Для простоты расчетов возьмем 100 г раствора. Примем прореагировавшее количество CO_2 за x:</p> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>M</td> <td>106</td> <td>44</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>$15/106=0,14$</td> <td>x</td> <td>–</td> </tr> <tr> <td>Изменения</td> <td>$0,14-x$</td> <td>$-x$</td> <td>$2x$</td> </tr> <tr> <td>массы</td> <td>$106(0,14-x)$</td> <td>$44x$</td> <td>$2x \cdot 84$</td> </tr> </table>	M	106	44	84	n	$15/106=0,14$	x	–	Изменения	$0,14-x$	$-x$	$2x$	массы	$106(0,14-x)$	$44x$	$2x \cdot 84$	5
M	106	44	84														
n	$15/106=0,14$	x	–														
Изменения	$0,14-x$	$-x$	$2x$														
массы	$106(0,14-x)$	$44x$	$2x \cdot 84$														
<p>По условию, $106(0,14-x) = 2x \cdot 84$; отсюда, $x = \mathbf{0,054}$ Масса раствора: $m=100+44 \cdot 0,054=102,4$ г Массовая доля любой соли: $\omega=2 \cdot 0,054 \cdot 84 / 102,4 = 0,0889$ (8,89%)</p>	5																
<p>$2\text{NaHCO}_{3(\text{T})} = \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{T})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})} + \text{CO}_{2(\text{Г})}$. По первому следствию из закона Гесса: тепловой эффект химической реакции вычисляется как разность между суммой теплот образования продуктов реакции и суммой теплот образования исходных веществ:</p> $\Delta H_{\text{Х.Р.}} = \sum(\Delta H_{\text{ОБР}})_{\text{КОНЕЧНЫЕ}} - \sum(\Delta H_{\text{ОБР}})_{\text{ИСХОДНЫЕ}}$ <p>Для реакции $2\text{NaHCO}_{3(\text{T})} = \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{T})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})} + \text{CO}_{2(\text{Г})}$</p> $\Delta H_{\text{Х.Р.}} = [\Delta H_{\text{ОБР}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) + \Delta H_{\text{ОБР}}(\text{H}_2\text{O}) + \Delta H_{\text{ОБР}}(\text{CO}_2)] - [2\Delta H_{\text{ОБР}}(\text{NaHCO}_3)].$ <p>Подставляя в это уравнение значения $\Delta H_{\text{ОБР}}$, получаем:</p> $\Delta H_{\text{Х.Р.}} = [(-1129) + (-242) + (-393)] - [2 \cdot (-914)] = +64 \text{ кДж}$	5 (из них 1 балл за уравнение реакции)																
<p>Найдена масса и количество вещества гидрокарбоната натрия: $m_{\text{В-ВА}} = 0,0889 \cdot 102,4 = 9,1$ г $n(\text{NaHCO}_3) = 9,1 / 84 = 0,11$ моль При разложении 2 моль NaHCO_3 поглощается (+64) кДж теплоты, а при разложении 0,11 моль NaHCO_3 поглощается X кДж теплоты $X = 0,11 (+64) / 2 = +3,542$ кДж</p>	5																
Итого	20																

Задание 4 (20 баллов).

В состав сплава нейзильбера входят медь, никель и цинк. Содержание металлов в сплаве может варьироваться в зависимости от области его применения. Нейзильбер немагнитен, обладает повышенными механическими свойствами, упругостью, высокой электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью в атмосфере, в слабых растворах кислот щелочей. Имеет красивый серебристый оттенок. Его используют в производстве теплообменной аппаратуры, электротехнических изделий, деталей приборов, часов, медицинских инструментов, посуды, ювелирных изделий. Установите состав сплава, если известно, что обработке его кусочка массой 50г раствором щелочи выделяется 2,24 л газа (н.у.), а при действии на образец какой же массы раствором соляной кислоты образуется

3,36 л газа (н.у.). Приведите уравнения реакций взаимодействия этого сплава с нагретой концентрированной азотной кислотой.

Решение и критерии оценки (всего 20 баллов)

Решение и критерии оценки	Баллы
<p>Написаны уравнения реакции в щелочной среде:</p> $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \quad (1)$ <p>Ni + NaOH = реакция не идет Cu + NaOH = реакция не идет</p> <p>Рассчитаны количества водорода, цинка и определена масса цинка:</p> $n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль}$ $m(\text{Zn}) = 0,1 \text{ моль} * 65 \text{ г/моль} = 6,5 \text{ г}$	2
<p>Написаны уравнения реакции в кислой среде:</p> $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \quad (2)$ $\text{Ni} + 2\text{HCl} = \text{NiCl}_2 + \text{H}_2 \quad (3)$ <p>Cu + 2HCl = реакция не идет</p> <p>Количество и объем выделившегося водорода при взаимодействии щелочи и кислоты с цинком одинаковое (реакции 1 и 2), значит в реакции (3) выделяется:</p> $V = 3,36 - 2,24 = 1,12 \text{ л газа.}$ <p>Определены количество и масса никеля, реагирующих с кислотой:</p> $n(\text{H}_2) = n(\text{Ni}) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль}$ $m(\text{Ni}) = 0,05 * 59 = 2,95 \text{ г}$	4
<p>Определена масса меди:</p> $50 - 2,95 - 6,5 = 40,55 \text{ г}$	1
<p>Рассчитаны массовые доли металлов в сплаве:</p> $\omega(\text{Zn}) = 6,5 / 50 = 0,13 \text{ или } 13 \%$ $\omega(\text{Ni}) = 2,95 / 50 = 0,059 \text{ или } 5,9 \%$ $\omega(\text{Cu}) = 40,55 / 50 = 0,811 \text{ или } 81,1 \%$	2
<p>Приведены уравнения и расставлены коэффициенты:</p> $\text{Zn} + 4\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$ $\text{Ni} + 4\text{HNO}_3 = \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$ $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$	6
Всего	20

Задание 5 (20 баллов).

Для определения содержания веществ в объектах применяются различные методы анализа. Наиболее простой и доступный титриметрический (объемный) метод анализа. При анализе смесей веществ часто возникает необходимость применять и другие методы. Для определения содержания в одном растворе сильных кислот можно использовать титрование раствором сильного основания в комбинации с определением массы образовавшихся солей.

Например, провели анализ смеси соляной и серной кислот. Для нейтрализации 5,00 мл такого раствора израсходовали 20,0 мл 0,500 М раствора NaOH. После выпаривания нейтрализованного раствора, полученного из 5,00 мл исходного, образовалось 0,606 г безводных солей.

Задание:

1. Напишите уравнения реакций.
2. Определите молярную концентрацию (моль/л) кислот в растворе (ответ дать до тысячных).
3. Рассчитайте массу каждой кислоты в 50 мл такого раствора.
4. Рассчитайте объем хлороводорода (н.у.), необходимый для приготовления 5 л такого раствора.

Решение и критерии оценивания.

Решение	Баллы
$\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$	2 балла
Для нейтрализации 5 мл смеси израсходовано $v(\text{NaOH})=0,020 \cdot 0,5=0,01$ моль.	2 балл
Следовательно $v_{\text{NaOH}} + 2v_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,01$ (1)	2 балл
Так как по условию задачи после выпаривания 5 мл нейтрализованной смеси образовалось 0,606 г безводных солей, то $v_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{NaCl}} + v_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,606$ (2)	2 балл
Совместное решение уравнений 1 и 2 показывает, что в 5 мл раствора смеси содержится 0,00084 моль серной кислоты и 0,00832 моль соляной кислоты.	4 балла
Молярная концентрация серной кислоты $C=0,00084:0,005=0,168$ моль/л, молярная концентрация соляной кислоты $C=0,00832:0,005=1,664$ моль/л.	2 балла
$m(\text{H}_2\text{SO}_4)=0,00084 \cdot 98 \cdot 10=0,8232$ г в 50 мл	2 балл
$m(\text{HCl})=0,00832 \cdot 36,5 \cdot 10=3,0368$ г в 50 мл	2 балл
$V(\text{HCl})=v \cdot 22,4=1,664 \cdot 5 \cdot 22,4=186,4$ л	2 балла
Итого	20