

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 10 класс
2020-2021 учебный год**

Общее время выполнения работы – 4 часа.

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается. Используйте Периодическую таблицу химических элементов, таблицу растворимости и непрограммируемый калькулятор.

Максимальное количество баллов – 60 баллов

Задание 10-1. (6 баллов)

Определите массовые доли (в %) сульфата железа(II) и сульфида алюминия в смеси, если при обработке 25 г этой смеси водой выделился газ, который полностью прореагировал с 960 г 5%-ного раствора сульфата меди.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Составлены уравнения реакций: 1) $Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2S$ 2) $CuSO_4 + H_2S = CuS + H_2SO_4$	2
2. Рассчитано количество вещества сероводорода: $n(CuSO_4) = 960 \cdot 0,05 / 160 = 0,3$ моль; $n(H_2S) = n(CuSO_4) = 0,3$ моль	1
3. Рассчитаны количество вещества и массы сульфида алюминия и сульфата железа(II): $n(Al_2S_3) = n(H_2S) : 3 = 0,3 \text{ моль} : 3 = 0,1$ моль; $m(Al_2S_3) = 0,1 \cdot 150 = 15$ г; $m(FeSO_4) = 25 - 15 = 10$ г	1 1
4. Определены массовые доли сульфата железа(II) и сульфида алюминия в исходной смеси: $\omega(FeSO_4) = 10 / 25 = 0,4$ или 40% $\omega(Al_2S_3) = 15 / 25 = 0,6$ или 60%	0,5 0,5
Максимальный балл	6

Задание 10-2. (10 баллов)

Образец смеси газообразных алкана и алкена неизвестного состава объемом 11,2 л (н.у.) полностью обесцветил 1000 г бромной воды (массовая доля брома 3,2%). При этом образовалось 21 мл тяжелой жидкости с плотностью 1,924 г/мл. Газ, не поглотившийся бромной водой, был сожжен в избытке кислорода. Образовавшийся при сжигании углекислый газ полностью прореагировал с 300 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 3 моль/л, причем полученный в результате реакции раствор не способен больше химически связывать углекислый газ. Установите формулы исходных углеводородов и их объемные доли в смеси.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Уравнение реакции:	

$C_nH_{2n} + Br_2 = C_nH_{2n} Br_2$	0,5
2. Раствор брома содержал $1000 \cdot 0,032 = 32$ г, или $32/160 = 0,2$ моль брома, которые прореагировали с 0,2 моль алкена, дав 0,2 моль дибромалкана	1
3. Масса полученного дибромалкана равна $21 \cdot 1,924 = 40,4$ г, а его молярная масса составляет $40,4/0,2 = 202$ г/моль. Тогда молярная масса алкена $202 - 160 = 42$ г/моль. Этот алкен – пропен C_3H_6 .	2
4. Поскольку исходная смесь содержала $11,2/22,4 = 0,5$ моль газов, то объемная доля пропена равна $0,2/0,5 = 0,4$, или 40%.	1
5. Составлено уравнение реакции: $KOH + CO_2 = KHSO_3$ $C_nH_{2n+2} + (1,5n + 0,5)O_2 = nCO_2 + (n + 1) H_2O$	0,5 1
6. Рассчитаны количества веществ: $n(KOH) = 300 \text{ мл} \cdot 0,3 = 0,9$ моль; $n(KOH) = n(CO_2) = 0,9$ моль Алкана в исходной смеси было $0,5 - 0,2 = 0,3$ моль, и при его сгорании образовалось 0,9 моль CO_2 .	1 1
7. Определена формула алкана 1 моль алкана - n моль CO_2 0,3 моль алкана – 0,9 моль CO_2 Очевидно, что $n = 3$, и искомый алкан – пропан C_3H_8 с объемной долей $100\% - 40\% = 60\%$	2
Максимальный балл	10

Задание 10-3. (17 баллов)

Вещества **А**, **Б**, **В** – это важнейшие газы, которые используются во многих отраслях промышленности

А- в свободном виде впервые был получен при нагревании селитры в 1770 г Шееле. В лаборатории его получают разложением перманганата калия.

Б- был открыт Кавендишем в 1766 году при взаимодействии цинка с «купоросным маслом»;

В- впервые получен Резерфордом в 1772 году, который, сжигая на воздухе серу и углерод и пропустив продукты через известковую воду, обнаружил газ, который не поглотился известковой водой и не поддерживал горение.

1. Назовите газы А, Б, В
2. Напишите уравнения химических реакций, которые упоминались при открытии этих газов
3. Напишите уравнения химических реакций взаимодействия данных газов между собой.
4. Предложите другие способы получения газов А, Б, В (не менее трех)

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Названы важнейшие газы: А-кислород; Б-водород; В-азот	1,5
2. Составлены уравнения реакций: $2NaNO_3 \rightarrow 2NaNO_2 + O_2$ $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$	5

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$ $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$ $SO_2 + Ca(OH)_2 = CaSO_3 + H_2O$	
3. Уравнения реакций взаимодействия газов между собой: $3H_2 + N_2 = 2 NH_3$ $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ $N_2 + O_2 = 2 NO$	1,5
4. способы получения кислорода $2HgO = 2Hg + O_2$ $2KClO_3 = 2KCl + 3 O_2$ $2H_2O = 2H_2 + O_2$	1 1 1
5. способы получения водорода $2H_2O = 2H_2 + O_2$ $2Na + 2H_2O = 2 NaOH + H_2$ $NaH + H_2O = NaOH + H_2$	1 1 1
6. способы получения азота $NH_4NO_2 = N_2 + 2 H_2O$ $3CuO + 2NH_3 = 3Cu + N_2 + 3H_2O$ $(NH_4)_2Cr_2O_7 = Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O$	1 1 1
Максимальный балл	17

Задание 10-4. (11 баллов)

Вещество **А** кислая соль, применяется в медицине, восполняет недостаток основного внутриклеточного иона, играющего важную роль в регулировании осмотического давления внутри клетки, в сокращении скелетных мышц, в процессах передачи и проведении нервного импульса, является соединением металла **Х**, окрашивающим бесцветное пламя газовой горелки в фиолетовый цвет. При нагревании до 300°C **А** разлагается с образованием хорошо растворимой в воде соли **Б**, известной людям ещё в древности, используется для производства мыла. Взаимодействие раствора гидроксида кальция с раствором соли **Б** или с раствором соли **А** приводит к выпадению осадка вещества **В** (нерастворимая соль, используется в медицине в составе биоактивных добавок, а его природные соединения как строительный материал). Вещество **В** разлагается при нагревании до 1000°C на газ **Г** (без запаха) и твёрдое вещество **Д**. Пропускание газа **Г** через раствор соли **Б** приводит к образованию **А**. Определите вещества **А–Д**, напишите уравнения реакций.

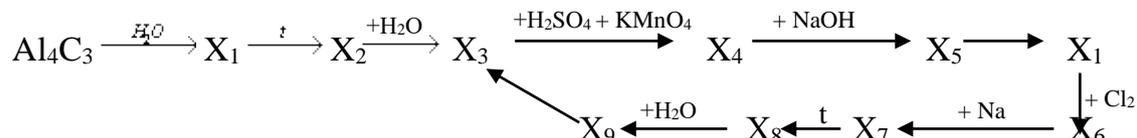
Решение:

Критерии оценки правильного ответа	Баллы
В фиолетовый цвет окрашивают пламя газовой горелки соединения калия. Х — К.	1
В — соль кальция $CaCO_3$, природные соединения которого используют как строительный материал	1
Тогда Г — кислотный газообразный оксид (без запаха) - CO_2	1
Д — CaO	1
Тогда Б — K_2CO_3	1
А — $KHCO_3$	1
Уравнения реакций: $2KHCO_3 = K_2CO_3 + H_2O + CO_2$	1

$\text{KHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$	1
$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{KOH}$	1
$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$	1
$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KHCO}_3$	1
Максимальный балл	11

Задание 10-5. (11 баллов)

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений:



Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{CH}_4 + 4\text{Al}(\text{OH})_3$	1
$2\text{CH}_4 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$	1
$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COH}$	1
$5\text{CH}_3\text{COH} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	1
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	1
$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$	1
$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$	1
$2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{NaCl}$	1
$\text{C}_2\text{H}_6 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$	1
$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	1
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COH} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	1
Максимальный балл	11

Задание 10-6. (5 баллов)

При реакции эквивалентной смеси порошков алюминия и оксида железа (III) выделилось 300 кДж теплоты. Определите массу термитной смеси, если тепловые эффекты окисления алюминия и железа соответственно равны 3292 кДж и 2174 кДж.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Уравнение реакции: $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$	0,5
2. Ход процесса можно представить в виде двух термохимических уравнений: $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3292\text{ кДж};$ $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2174\text{ кДж}$	0,5 0,5
3. Вычитая из первого уравнения второе и разделив на два, мы получим термохимическое уравнение восстановления железа: $4\text{Al} + 3\text{O}_2 - 4\text{Fe} - 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3292\text{ кДж} - 2\text{Fe}_2\text{O}_3 - 2174\text{ кДж}$ (делим на два), Получаем:	2

$2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 559\text{кДж}$	
5. Определим массу термитной смеси. $m(\text{Al}) = 54\text{г} \cdot 300\text{кДж} / 559\text{кДж} = 29\text{г}$ $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160\text{г} \cdot 300\text{кДж} / 559\text{кДж} = 85,87\text{г}$ $m(\text{смеси}) = 29 + 85,87 = 114,87\text{г}$	0,5 0,5 0,5
Максимальный балл	5