

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(муниципальный этап)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (10 классы)

Решения и система оценивания

Максимальная оценка – 45 баллов

Задание 1.

Смесь метана и ацетилен, в которой масса углерода в шесть раз больше массы водорода, пропустили через склянку с бромной водой, при этом масса склянки увеличилась на 6,5 г, но раствор не изменил окраску. Сколько литров газообразного хлора (20°C, 1 атм) потребуется для полного хлорирования оставшегося газа?

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
При пропускании смеси газов через бромную воду в реакцию вступил ацетилен. Так как раствор не изменил окраску, следовательно, бромная вода оказалась в избытке. Ацетилен вступил в реакцию полностью. $m(C_2H_2) = 6,5$ г	0,5 б
$C_2H_2 + Br_2 \rightarrow C_2H_2Br_2$	1 б
$n(C_2H_2) = 6,5 / 26 = 0,25$ моль	0,5 б
$n(C_2H_2) : n(C) : n(H) = 1 : 2 : 2$ $n(C) = 0,5$ моль $n(H) = 0,5$ моль	1 б
$m(C \text{ в ацетилене}) = 12 \cdot 0,5 = 6$ г $m(H) = 1 \cdot 0,5 = 0,5$ г	1 б
Пусть $n(CH_4) = X$ моль	
$n(CH_4) : n(C) : n(H) = 1 : 1 : 4$ $n(C) = X$ моль $n(H) = 4X$ моль	1 б
$m(C \text{ в метане}) = 12 \cdot X = 12X$ г $m(H) = 1 \cdot 4X = 4X$ г	1 б
$(6 + 12X) / (0,5 + 4X) = 6$ $X = 0,25$	1,5 б
$CH_4 + 4Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 4HCl$	1 б
$n(CH_4) : n(Cl_2) = 1 : 4$ $n(Cl_2) = 1$ моль	0,5 б
$V(Cl_2) = nRT / p = 1 \cdot 8,314 \cdot 293 / 101,3 = 24,0$ л	1 б
Итого:	10 б

Задание 2.

При обработке алкена подкисленным раствором перманганата калия образовалось только одно органическое вещество, причем массовые доли углерода в алкене и продукте окисления различаются на 45,71%. Предложите структурные формулы двух алкенов, удовлетворяющих условию задачи. Напишите соответствующие уравнения реакций.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Общая формула алкенов C_nH_{2n}	0,5 б
$\omega(C \text{ в алкене}) = 12n / 14n = 0,8571$	0,5 б
Массовая доля углерода в продукте окисления может быть только меньше $85,71\% - 45,71\% = 40\%$	0,5 б
Продуктом окисления алкена может быть органическое вещество – карбоновая кислота. Общая формула одноосновных карбоновых кислот $C_mH_{2m}O_2$	1 б
$\omega(C \text{ в кислоте}) = 12m / 14m + 32$	1,5 б
$12m / 14m + 32 = 0,4 \quad m = 2$	
Кислота – уксусная CH_3COOH	2 б
Алкены, удовлетворяющие условию задачи, – бутен-2 и пропен (по 1 баллу)	
$5CH_3-CH=CH-CH_3 + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 = 10CH_3COOH + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O$	1,5 б
$CH_3-CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = CH_3COOH + CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$	1,5 б
Итого:	9 б

Задание 3.

При определенной концентрации и температуре азотная кислота реагирует с медью с образованием оксидов азота (IV) и (II) в мольном соотношении два к одному соответственно. Определите массу 40%-ного раствора азотной кислоты, который при данных условиях прореагирует с 6,4 г меди.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$ (1)	1 б
$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$ (2)	1 б
Пусть $n_1(Cu) = X$ моль. $n(NO_2) = 2X$ моль	0,5 б
По условию задачи $n(NO_2) : n(NO) = 2 : 1$, следовательно, $n(NO) = X$ моль	4 б
По уравнению реакции (2) $n_2(Cu) = 1,5X$ моль	
$n(Cu \text{ исходн.}) = 6,4 / 64 = 0,1$ моль	
$X + 1,5X = 0,1 \quad X = 0,04$ моль	0,5 б
$n_1(Cu) : n_1(HNO_3) = 1 : 4 \quad n_1(HNO_3) = 0,16$ моль	
$n_2(Cu) = 1,5X = 1,5 \cdot 0,04 = 0,06$ моль	0,5 б
$n_2(Cu) : n_2(HNO_3) = 3 : 8 \quad n_2(HNO_3) = 0,16$ моль	0,5 б
$m(HNO_3) = 0,32 \cdot 63 = 20,16$ г	0,5 б

$m(\text{p-ра HNO}_3) = 20,16 / 0,4 = 50,4 \text{ г}$	0,5 б
Итого:	9 б

Задание 4.

Сероводород, выделившийся при взаимодействии избытка концентрированной серной кислоты с 1,44 г магния, пропустили через 160 г 1,5%-ного раствора брома. Определите массу выпавшего при этом осадка и массовую долю кислоты в образовавшемся растворе.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$4 \text{ Mg} + 5 \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4 \text{ MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4 \text{ H}_2\text{O}$ (1)	1 б
$n(\text{Mg}) = 1,44 / 24 = 0,06 \text{ моль}$	0,5 б
$n(\text{Mg}) : n(\text{H}_2\text{S}) = 4 : 1, \quad n(\text{H}_2\text{S}) = 0,06 / 4 = 0,015 \text{ моль}$	0,5 б
$m(\text{H}_2\text{S}) = 0,015 \cdot 34 = 0,51 \text{ г}$	0,5 б
$\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 = \text{S}\downarrow + 2 \text{ HBr}$ (2)	1 б
$m(\text{Br}_2) = 0,015 \cdot 160 = 2,4 \text{ г}$	0,5 б
$n(\text{Br}_2) = 2,4 / 160 = 0,015 \text{ моль}$	0,5 б
По уравнению $2 n(\text{Br}_2) = n(\text{H}_2\text{S})$, по условию задачи количества веществ $n(\text{Br}_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,015 \text{ моль}$, следовательно, сероводород и бром взаимодействуют полностью.	1 б
$n(\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,015 \text{ моль}$	0,5 б
$m(\text{S}) = 0,015 \cdot 32 = 0,48 \text{ г}$	0,5 б
$n(\text{HBr}) = 0,015 \cdot 2 = 0,03 \text{ моль}$	0,5 б
$m(\text{HBr}) = 0,03 \cdot 81 = 2,43 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{образовавшегося p-ра}) = m(\text{p-ра Br}_2) + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{S})$ $m(\text{образовавшегося p-ра}) = 160 + 0,51 - 0,48 = 160,03 \text{ г}$	1 б
$\omega(\text{HBr}) = 2,43 / 160,03 = 0,0152 \text{ или } 1,52 \%$	0,5 б
Итого:	9 б

Задание 5.

Вещество А – легкий, довольно твердый серебристо-белый металл. При взаимодействии вещества А с В, являющимся простым газообразным веществом, образуется соединение С, растворимое в воде с образованием щелочного раствора. При обработке вещества С серной кислотой образуется вещество D, кристаллогидрат которого Е применяется в медицине для наложения фиксирующих повязок при переломах. Вещество А довольно активно взаимодействует с водой с образованием вещества F. Определите все вещества и напишите уравнения реакций.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Определены вещества А, В, С, D, E, F – по 0,5 б	3 б
Написаны уравнения реакций – по 1 б	5 б
Итого:	8 б

Оценка выполнения участником любого задания **не может быть отрицательной**, минимальная оценка, выставляемая за выполнение отдельно взятого задания **0 баллов**.

Итоговая оценка за выполнение заданий определяется путём сложения суммы баллов, набранных участником за выполнение заданий теоретического тура с последующим приведением к 100 балльной системе (определяется процент выполнения заданий участником от максимально возможного балла за выполнение заданий). Результат вычисления округляется до сотых.

Например.

Участник за выполнение всех заданий набрал 29 баллов.

$29 / 45$ (максимальный балл за выполнение всех заданий данного класса) ·
100 = 64,44.