

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ (муниципальный этап)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР возрастная группа (11 класс)

Решения и система оценивания

Максимальная оценка – 60 баллов

Задание 11-1.

Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:

- а) Неметалл А + Кислота В → Три оксида
- б) Металл С + Кислота В → Соль + Простое вещество
- в) А + С → Сложное вещество

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Верно предложена Кислота В	2 б
Верно предложены Неметалл А и Металл С – по 1 б	2 б
Верно составлены уравнения реакций – по 1 б	3 б
Итого:	7 б
Примерный вариант ответа	
Кислота В – H_2SO_4	
$\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$	
$3\text{C} + 4\text{Al} = \text{Al}_4\text{C}_3$	

Задание 11-2.

В 150 г 4,48%-ного раствора бромида меди (II) опустили пластинку из железа. Спустя некоторое время ее вынули и взвесили, масса пластинки увеличилась на 160 мг. После этого через образовавшийся раствор пропустили 1,12 л (н.у.) хлора. Полученные соли выделили из полученного раствора, затем растворили в воде и к этому раствору добавили 80 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

Критерии оценивания

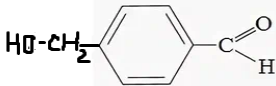
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CuBr}_2 + \text{Fe} = \text{FeBr}_2 + \text{Cu} \quad (1)$	1 б
$m(\text{исх. CuBr}_2) = 150 \cdot 0,0448 = 6,72 \text{ г}$	0,5 б
$n(\text{исх. CuBr}_2) = 6,72 / 224 = 0,03 \text{ моль}$	0,5 б
Пусть $n(\text{вст. CuBr}_2) = X \text{ моль}$. По уравнению реакции $n(\text{вст. CuBr}_2) = n(\text{обр. FeBr}_2) = n(\text{обр. Cu}) = n(\text{вст. Fe}) = X \text{ моль}$	
$\Delta m(\text{пластинки}) = m(\text{образ. Cu}) - m(\text{вст. Fe})$ $64X - 56X = 0,16 \quad X = 0,02 \text{ моль}$	2 б
$n(\text{вст. CuBr}_2) = n(\text{обр. FeBr}_2) = n(\text{обр. Cu}) = n(\text{вст. Fe}) = 0,02 \text{ моль}$	1 б

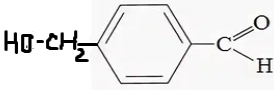
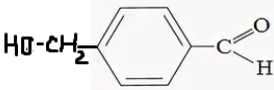
$n(\text{ост. CuBr}_2) = 0,03 - 0,02 = 0,01 \text{ моль}$	0,5 б
$n(\text{исх. Cl}_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль}$	0,5 б
При добавлении хлора в раствор протекают реакции:	
$\text{CuBr}_2 + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{Br}_2 \quad (2)$	1 б
$2\text{FeBr}_2 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 2\text{Br}_2 \quad (3)$	1 б
$n_2(\text{вступ. Cl}_2) = n(\text{ост. CuBr}_2) = 0,01 \text{ моль}$ $n_3(\text{вступ. Cl}_2) = 3/2n(\text{FeBr}_2) = 0,03 \text{ моль. Хлор в избытке.}$	0,5 б
По уравнению (2) $n(\text{CuBr}_2) = n(\text{CuCl}_2) = 0,01 \text{ моль}$	0,5 б
По уравнению (3) $n(\text{FeBr}_2) = n(\text{FeCl}_3) = 0,02 \text{ моль}$	0,5 б
0,01 моль 0,02 моль 0,01 моль $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu(OH)}_2 + 2\text{NaCl} \quad (4)$	1 б
0,02 моль 0,06 моль 0,02 моль $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe(OH)}_3 + 3\text{NaCl} \quad (5)$	1 б
$m(\text{исх. NaOH}) = 80 \cdot 0,1 = 8 \text{ г}$	Найдена масса оставшегося NaOH 2 б
$n(\text{исх. NaOH}) = 8 / 40 = 0,2 \text{ моль}$	
$n_{4,5}(\text{вступ. NaOH}) = 2 \cdot 0,01 + 3 \cdot 0,02 = 0,08 \text{ моль}$	
$m(\text{оставш. NaOH}) = (0,2 - 0,08) \cdot 40 = 4,8 \text{ г}$	
$m(\text{Cu(OH)}_2) = 98 \cdot 0,01 = 0,98 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{Fe(OH)}_3) = 107 \cdot 0,02 = 2,14 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{CuCl}_2) = 135 \cdot 0,01 = 1,35 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{FeCl}_3) = 162,5 \cdot 0,02 = 3,25 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{кон. р-ра}) = m(\text{CuCl}_2) + m(\text{FeCl}_3) + m(\text{р-ра NaOH}) - m(\text{Cu(OH)}_2) - m(\text{Fe(OH)}_3) = 1,35 + 3,25 + 80 - 0,98 - 2,14 = 81,48 \text{ г}$	1 б
$\omega(\text{NaOH}) = 4,8 / 81,48 = 0,059 \text{ или } 5,9\%$	0,5 б
Итого:	16 б

Задание 11-3.

Два кислородсодержащих органических соединения различаются по составу только на одну гомологическую разность. Одно из них реагирует с натрием, уксусной кислотой и перманганатом калия (в подкисленном растворе). Другое вещество ни с одним из этих веществ в реакцию не вступает. Предложите возможные структуры веществ и напишите уравнения реакций.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Верно предложены структурные формулы веществ – по 3 б	6 б
Верно составлены уравнения реакций с одним из предложенных соединений – по 2 б	6 б
Итого:	12 б
Примерный вариант ответа	
$\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 	
$\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$  сложный эфир бензилацетат	

 <p>Вещество по спиртовой группе реагирует с натрием и уксусной кислотой</p>	
$2\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{ONa} + \text{H}_2$	
$\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{CH}_3-\text{COOH} \rightarrow \text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
 <p>Вещество окисляется перманганатом калия</p>	
$5 \text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO} + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$	
Сложный эфир бензилацетат не вступает в перечисленные реакции	
Другие пары веществ: бензиловый спирт и этилфениловый эфир (или метилбензиловый эфир); пропанол и диметиловый эфир. Варианты предложенных веществ могут быть различными.	

Задание 11-4.

При сгорании 1 моль этана выделяется 1560 кДж, а 1 моль бутана – 2880 кДж теплоты. При сгорании 52,4 г смеси этих углеводородов выделилось 2626 кДж теплоты. Вычислите объемные доли углеводородов в исходной смеси.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Написаны уравнения реакций:	
$\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 1560 \text{ кДж}$ (1) или $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 3120 \text{ кДж}$	2 б
$\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + 2880 \text{ кДж}$ (2) или $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 = 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 5760 \text{ кДж}$	2 б
Пусть $n(\text{C}_2\text{H}_6) = X$ моль, $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = Y$ моль. По уравнениям реакций Количество выделившейся теплоты $Q_1 = 1560X$ кДж, $Q_2 = 2880Y$ кДж.	по 1 б = 2 б
$m(\text{C}_2\text{H}_6) = 30X$ г, $m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58Y$ г (по 0,5 б)	1 б
Составлена и решена система алгебраических уравнений $30X + 58Y = 52,4$ $1560X + 2880Y = 2626$ $X = 0,343$, $Y = 0,726$	3 б
Вычислены объемные доли углеводородов в исходной смеси $\varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = V(\text{C}_2\text{H}_6) / V(\text{смеси}) = n(\text{C}_2\text{H}_6) / n(\text{смеси}) =$ $= 0,343 / (0,343 + 0,726) = 0,32$ или 32 % $\varphi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 68\%$	1 б
Итого:	11 б

Задание 11-5.

Вещество А, хранившееся в темноте, не имеет запаха. Однако, если вещество А хранить на свету, обладает слабым запахом, потому что при освещении из него образуется твердое вещество Б и газ В. Вещество Б растворяется в концентрированном растворе вещества Г, при этом образуется раствор вещества Д и газ Е. Раствор вещества Д снова переходит в раствор Г под действием газа Ж с резким запахом, имеющего кислотные свойства и образующегося при взаимодействии вещества В с водородом, в котором массовая доля водорода составляет 2,74%. Раствор вещества Ж образуется и при взаимодействии газа В с водой. При смешении вещества В с газом Е и водой, образуется раствор содержащий вещества Г и Ж. Определите вещества А – Ж, напишите уравнения указанных реакций.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Определены вещества А – Ж – по 1 б	7 б
За расчет по массовой доле, определение ХЭ хлора	+1б
Написаны уравнения реакций – по 1 б	6 б
Итого:	14 б
Вариант ответа:	
Вещество А – AgCl Наличие запаха при фоторазложении и образование при этом двух веществ позволяют предположить, что исходное вещество – хлорид серебра (бром, йод – не газы, фтор не может быть выделен)	
Газ В взаимодействует с водородом, образуя газ Ж. По массовой доле водорода можно определить второй элемент: НЭ, Н ₂ Э, Н ₃ Э. Если НЭ. $1 - 2,74\%$ $M(Э) - (100 - 2,74)\% \quad M(Э) = 35,5 \text{ г/моль.}$ Это Cl	1 б
$2\text{AgCl} = \text{Ag} + \text{Cl}_2$ А Б В (1)	
$\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Б Г Д Е (2) или $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Б Г Д Е	
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ В Ж (3)	
$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$ Д Ж А Г (4) или $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} = 2\text{AgCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ Б Ж А Г	
$2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$ В Ж (5) или $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO} \quad (2\text{HClO} = 2\text{HCl} + \text{O}_2)$ В Ж	
$\text{Cl}_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + 2\text{HCl}$ В Е Г Ж (6) или $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ В Е Г Ж	

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 всех заданий олимпиадного 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 47 баллов.

$47 / 60$ (максимальный балл за выполнение всех заданий данного класса) $\cdot 100 = 78,3333$.
Результат округляется до сотых, следовательно, 78,33.