

**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	
$\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разбр.}) = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$	
$3\text{C} + 4\text{Al} = \text{Al}_4\text{C}_3$	

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 пластиинки 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
$\text{CuBr}_2 + \text{Fe} = \text{FeBr}_2 + \text{Cu}$ (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 $n(\text{вст. CuBr}_2) = n(\text{обр. FeBr}_2) = n(\text{обр. Cu}) = n(\text{вст. Fe}) = X \text{ моль}$	
$\Delta m(\text{пластиинки}) = m(\text{образ. Cu}) - m(\text{вст. Fe})$	2 б
$64X - 56X = 0,16 \quad X = 0,02 \text{ моль}$	
$n(\text{вст. CuBr}_2) = n(\text{обр. FeBr}_2) = n(\text{обр. Cu}) = n(\text{вст. Fe}) = 0,02 \text{ моль}$	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:	
$\text{CuBr}_2 + \text{Cl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{Br}_2$ (2)	1 б
$2\text{FeBr}_2 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 2\text{Br}_2$ (3)	1 б
$n_2(\text{вступ. Cl}_2) = n(\text{ост. CuBr}_2) = 0,01 \text{ моль}$	0,5 б
$n_3(\text{вступ. Cl}_2) = 3/2n(\text{FeBr}_2) = 0,03 \text{ моль. Хлор в избытке.}$	
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 $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ (4)	1 б
0,02 моль 0,06 моль 0,02 моль $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ (5)	1 б
$m(\text{исх. NaOH}) = 80 \cdot 0,1 = 8 \text{ г}$	Найдена масса оставшегося NaOH 2 б
$n(\text{исх. NaOH}) = 8 / 40 = 0,2 \text{ моль}$	
$n_{4,5}(\text{вступ. NaOH}) = 2 \cdot 0,01 + 3 \cdot 0,02 = 0,08 \text{ моль}$	
$m(\text{оставш. NaOH}) = (0,2 - 0,08) \cdot 40 = 4,8 \text{ г}$	
$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 98 \cdot 0,01 = 0,98 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 107 \cdot 0,02 = 2,14 \text{ г}$	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
$m(\text{кон. р-па}) = m(\text{CuCl}_2) + m(\text{FeCl}_3) + m(\text{р-па NaOH}) - m(\text{Cu}(\text{OH})_2) - m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1,35 + 3,25 + 80 - 0,98 - 2,14 = 81,48 \text{ г}$	1 б
$\omega(\text{NaOH}) = 4,8 / 81,48 = 0,059 \text{ или } 5,9\%$	0,5 б
Итого:	16 б

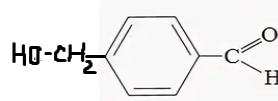
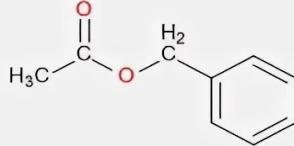
Задание 11-3.

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

$C_8H_8O_2$		
$C_9H_{10}O_2$		сложный эфир бензилацетат

<p>Вещество</p>	
<p>по спиртовой группе реагирует с натрием и уксусной кислотой</p>	
$2\text{OHC-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{OHC-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-ONa} + \text{H}_2$ $\text{OHC-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow \text{OHC-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-O-CO-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
<p>Вещество</p>	
<p>окисляется перманганатом калия</p>	
$5 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)-C}_6\text{H}_5 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5 \text{HO-C(=O)-C}_6\text{H}_4\text{-C(=O)-OH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$	
<p>Сложный эфир бензилацетат не вступает в перечисленные реакции</p>	
<p>Другие пары веществ: бензиловый спирт и этилфениловый эфир (или метилбензиловый эфир); пропанол и диметиловый эфир. Варианты предложенных веществ могут быть различными.</p>	

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)	2 б
или $\text{2C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 3120 \text{ кДж}$	
$\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + 2880 \text{ кДж}$ (2)	2 б
или $\text{2C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 = 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 5760 \text{ кДж}$	
Пусть $n(\text{C}_2\text{H}_6) = X$ моль, $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = Y$ моль.	
По уравнениям реакций	по 1 б =
Количество выделившейся теплоты $Q_1 = 1560X$ кДж, $Q_2 = 2880Y$ кДж.	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 $30X + 58Y = 52,4$ $1560X + 2880Y = 2626$ $X = 0,343, \quad Y = 0,726$	3 б
Вычислены объемные доли углеводородов в исходной смеси $\phi(\text{C}_2\text{H}_6) = V(\text{C}_2\text{H}_6) / V(\text{смеси}) = n(\text{C}_2\text{H}_6) / n(\text{смеси}) =$ $= 0,343 / (0,343 + 0,726) = 0,32 \text{ или } 32 \%$ $\phi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 68\%$	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	+16
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% $M(\mathcal{E}) = (100 - 2,74)\% \quad M(\mathcal{E}) = 35,5 \text{ г/моль.}$ Это Cl	1 б
2AgCl = Ag + Cl ₂ А Б В	(1)
Ag + 2HNO ₃ = AgNO ₃ + NO ₂ + 2H ₂ O Б Г Д Е	(2)
или 2Ag + 2H ₂ SO ₄ = Ag ₂ SO ₄ + SO ₂ + 2H ₂ O Б Г Д Е	
H ₂ + Cl ₂ = 2HCl В Ж	(3)
AgNO ₃ + HCl = AgCl + HNO ₃ Д Ж А Г	(4)
или Ag ₂ SO ₄ + 2HCl = 2AgCl + H ₂ SO ₄ Б Ж А Г	
2Cl ₂ + 2H ₂ O = 4HCl + O ₂ В Ж	(5)
или Cl ₂ + H ₂ O = HCl + HClO (2HClO = 2HCl + O ₂) В Ж	
Cl ₂ + 2NO ₂ + 2H ₂ O = 2HNO ₃ + 2HCl В Е Г Ж	(6)
или Cl ₂ + SO ₂ + 2H ₂ O = H ₂ SO ₄ + 2HCl 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) · 100 = 78,3333.
Результат округляется до сотых, следовательно, 78,33.