

Пермский край
2023-2024 учебный год
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Представлен один из возможных вариантов решения задач

Задача № 11-1

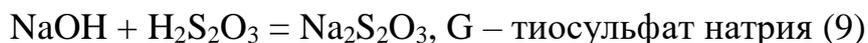
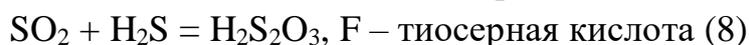
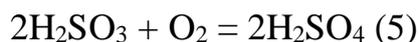
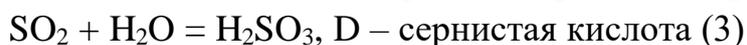
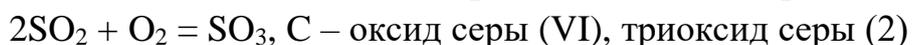
Допустим, что вещество В имеет формулу ЭO_x , тогда

$$1 : x = \frac{50}{A(\text{Э})} : \frac{50}{16} = \frac{50}{A(\text{Э})} : 3,125$$

$$A(\text{Э}) = \frac{50x}{3,125} = 16x$$

При $x=1$, $A(\text{Э}) = 16$ а.е.м, что близко к кислороду, но нам не подходит.

При $x=2$, $A(\text{Э}) = 32$ а.е.м, что соответствует сере и удовлетворяет условию, поэтому элемент Э – сера, А – элементарная сера.



Разбалловка

Определение элемента Э (подтвержденное расчетом)	1 б.
Название веществ А–J	8 x 0,5 б. = 4 б.
Написание уравнений реакций (1)–(10)	10 x 0,5 б. = 5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-2

Из представленных компонентов смеси с водным раствором гидроксида натрия взаимодействует цинк с выделением водорода и оксид цинка:



Из уравнения реакции (1) следует:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = \frac{0,540}{22,4} = 0,024 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,024 \cdot 65 = 1,56 \text{ г.}$$

Зная массу исходной смеси, не растворившегося остатка и массу цинка вычислим массу оксида цинка:

$$m(\text{ZnO}) = 6,50 - 2,50 - 1,56 = 2,44 \text{ г.}$$

Медь и оксид меди взаимодействуют с концентрированной серной кислотой:



Выделяющийся диоксид серы поглотили гидроксидом калия:



Исходя из реакций (3) и (5)

$$n(\text{Cu}) = n(\text{SO}_2) = \frac{1,55}{64} = 0,024 \text{ моль,}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,024 \cdot 64 = 1,54 \text{ г.}$$

Рассчитаем массовые доли компонентов смеси:

$$w(\text{Zn}) = \frac{1,56}{6,50} \cdot 100 = 24,0\%$$

$$w(\text{ZnO}) = \frac{2,44}{6,50} \cdot 100 = 37,5\%$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{1,54}{6,50} \cdot 100 = 23,7\%$$

$$w(\text{CuO}) = 100,0 - 24,0 - 37,5 - 23,7 = 14,8 \%$$

Вычислим массу гидроксида натрия, который был взят для реакции:

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(p - pa)} \cdot 100 \Rightarrow m(\text{NaOH}) = \frac{w(\text{NaOH}) \cdot m(p - pa)}{100} = \frac{10,0 \cdot 120,0}{100} = 12,0 \text{ г}$$

Рассчитаем массу гидроксида натрия, которая потребовалась для растворения цинка и оксида цинка:

$$n_1(\text{NaOH}) = 2n(\text{Zn}) + 2n(\text{ZnO}) = 2 \cdot 0,024 + 2 \cdot \frac{2,44}{81} = 0,108 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,108 \cdot 40 = 4,32 \text{ г}$$

Тогда, после реакции останется $12,0 - 4,32 = 7,68$ г гидроксида натрия. А масса полученного раствора будет равна массе исходного раствора + масса цинка и оксида цинка за вычетом массы выделившегося водорода:

$$m(p-ra) = 120,0 + 1,56 + 2,44 - 2 \cdot 0,024 = 123,95 \text{ г.}$$

Рассчитаем массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе:

$$w(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{m(p-ra)} \cdot 100 = \frac{7,68}{123,95} \cdot 100 = 6,2\%$$

Разбалловка

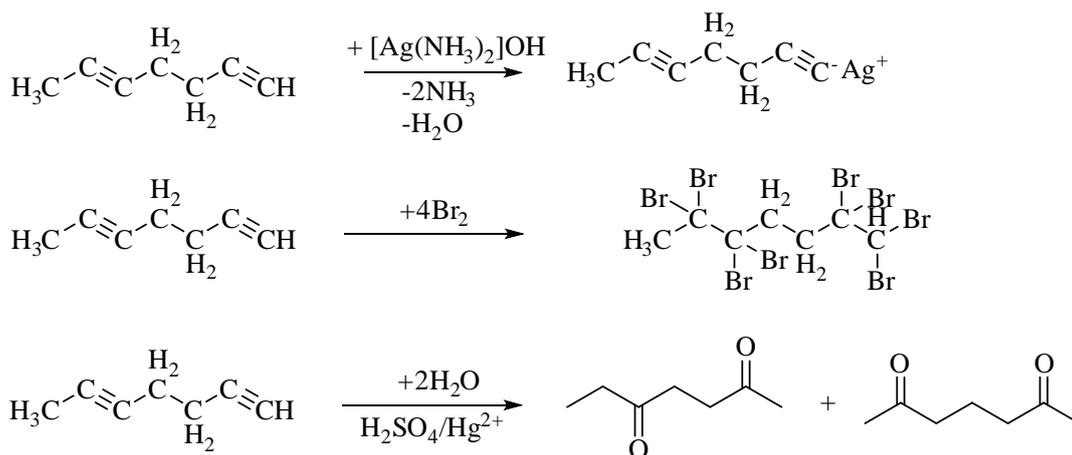
Написание уравнений (1)–(5)	5 x 0,5 = 2,5 б.
Расчет массы цинка и меди	2 x 2 б. = 4 б.
Расчет массовых долей компонентов смеси	4 x 0,5 б. = 2 б.
Расчет массовой доли гидроксида натрия в растворе	1,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-3

Раз вещество А бинарное органическое, то можно предположить, что это углеводород общей формулой C_xH_y :

$$x : y = \frac{100 - 8,75}{12} : \frac{8,75}{1} = 7,60 : 8,75 = 7 : 8.$$

Простейшая формула углеводорода C_7H_8 . Взаимодействие с реактивом Толленса свидетельствует, что это алкин с концевой тройной связью (одной или двумя). Расчет массовой доли серебра возможных продуктов взаимодействия с реактивом Толленса свидетельствует, что в Б – один атом серебра, поэтому А – гепта-1,5-диин.

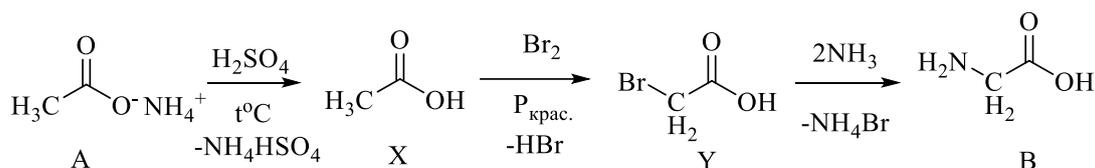


Разбалловка

Структурные формулы вещества А	2 б.
Структурные формулы веществ Б–Д	4 x 1 б. = 4 б.
Название вещества А	1 б.
Уравнения реакций	3 x 1 б. = 3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-4

Наличие красного фосфора в качестве катализатора наводит на мысль о карбоновых кислотах, а дальнейшее прибавление аммиака – об аминокислотах, поэтому вероятнее всего В – аминокислота, а учитывая ее использование в качестве лекарственного средства – это глицин (аминоуксусная кислота). Соответственно, А – соль уксусной кислоты, учитывая незначительное различие в массовых долях углерода и водорода у А и В, можно предположить, что их брутто-формула незначительно отличаются, поэтому А – ацетат аммония.



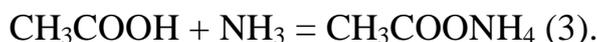
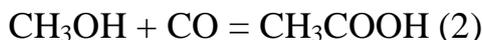
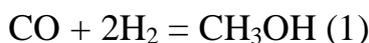
А – ацетат аммония

В – аминоксусная кислота

Х – уксусная кислота

У – бромуксусная кислота

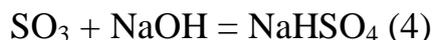
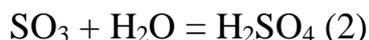
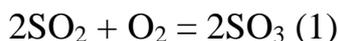
Получить ацетат аммония из метана можно, используя промышленный процесс карбонилирования метанола:



Разбалловка

Написание уравнений реакций согласно схеме	3 x 1 б. = 3 б.
Написание уравнений (1)–(3)	3 x 1 б. = 3 б.
Название веществ А, В, Х и У	4 x 1 = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-5



Согласно реакции (2), количество вещества всех участников реакции будут равны, поэтому

$$n(\text{CaSO}_4) = n(\text{CaO}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 17/136 = 0,125 \text{ моль.}$$

$$m(\text{CaO}) = 0,125 \cdot 56 = 7 \text{ г;}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,125 \cdot 98 = 12,25 \text{ г.}$$

Суммарная масса раствора будет складываться из массы триоксида серы, массы воды и массы оксида кальция. Возьмем количество триоксида серы за x моль. Масса серной кислоты, согласно уравнению (3) равна:

$$m(\text{SO}_3) = x \cdot 80 \text{ г}; m(\text{H}_2\text{SO}_4) = x \cdot 98 \text{ г}.$$

Массовая доля серной кислоты после реакции составит:

$$\omega = \frac{98x - 12,25}{500 + 80x + 7} = 0,067$$

Решая уравнение, находим, что $x = 0,5$ моль.

Массовая доля исходной кислоты:

$$\omega = \frac{98 \cdot 0,5}{500 + 80 \cdot 0,5} = 0,0907 = 9,1 \%$$

В результате реакции (4) может образоваться 2 соли: сульфат натрия и гидросульфат натрия. По массовой доле проверяем:

$$\omega(\text{Na}) = 23/120 = 0,1917 = 19,17 \% \text{ (для NaHSO}_4\text{)};$$

$$\omega(\text{Na}) = 46/142 = 0,3239 = 32,39 \% \text{ (для Na}_2\text{SO}_4\text{)};$$

$$n(\text{NaHSO}_4) = 90/120 = 0,75 \text{ моль}; V(\text{SO}_3) = 0,75 \cdot 22,4 = 16,8 \text{ л}.$$

Суммарно из реактора вывели $0,5 + 0,75$ моль = $1,25$ моль SO_3 – количество вещества в состоянии равновесия. Количество вещества кислорода было равно:

$$n(\text{O}_2) = 37,76/32 = 1,18 \text{ моль}.$$

Заполним таблицу

	SO_2	O_2	SO_3
Начало реакции	$x+1,25$	1,18	0
Равновесие (моль)	x	$1,18 - 1,25/2 =$ 0,555	1,25
Равновесие (моль/л)	$x/5$	0,111	0,25

Сделаем расчет константы в момент равновесия

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{0,25^2}{(0,2x)^2 \cdot 0,111} = 52,5$$

$$x = 0,518 \text{ моль};$$

$$[\text{SO}_2] = (0,518 + 1,25)/5 = 0,354 \text{ моль/л}$$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (4)	4 x 0,5 б. = 2 б.
Расчет массовой доли серной кислоты в растворе	3 б.
Расчет объема триоксида серы	2 б.
Расчет начальной концентрации диоксида серы	3 б.
ИТОГО	10 б.