

### 4.2.3. Задания 11 класса

#### Задача №11-1

Согласно уравнению нитрования бензола:



можно считать количества веществ равными (они все эквивалентны).

Пусть прореагировало  $x$  моль азотной кислоты ( $M=63\text{г/моль}$ ) и образовалось  $x$  моль нитробензола ( $M=123\text{г/моль}$ ) и  $x$  моль воды ( $m=18\text{г/моль}$ ). Тогда массы азотной кислоты и воды равны соответственно  $63x$  и  $18x$ . Масса оставшегося раствора:

$$m = 635 - 63x + 18x = 635 - 45x$$

В исходной нитрующей смеси азотной кислоты содержалось:

$$m_{\text{HNO}_3} = 635 \cdot 0.2 = 127 \text{ (кг)}$$

В оставшемся растворе:

$$m_{\text{HNO}_3} = 127 - 63x \text{ (кг)}, \text{ что составляет } 2\% \text{ } (\omega=0,02), \text{ тогда}$$

$$(127-63x)/(635-45x) = 0,02, \text{ откуда } x=1,84 \text{ (кмоль)}$$

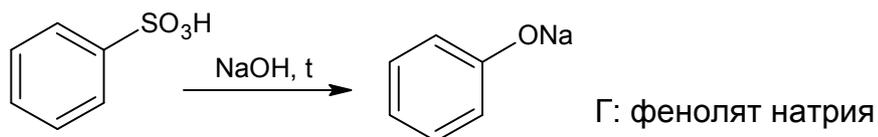
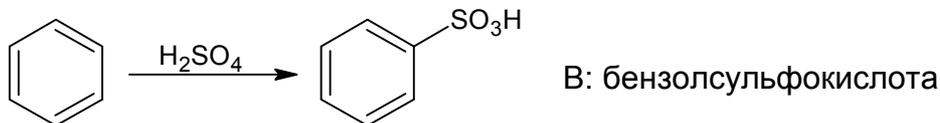
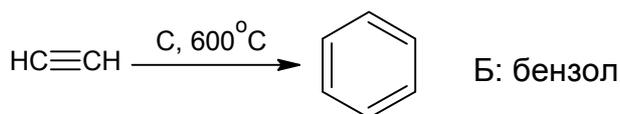
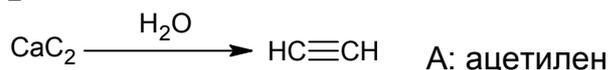
Следовательно, нитробензола образовалось:

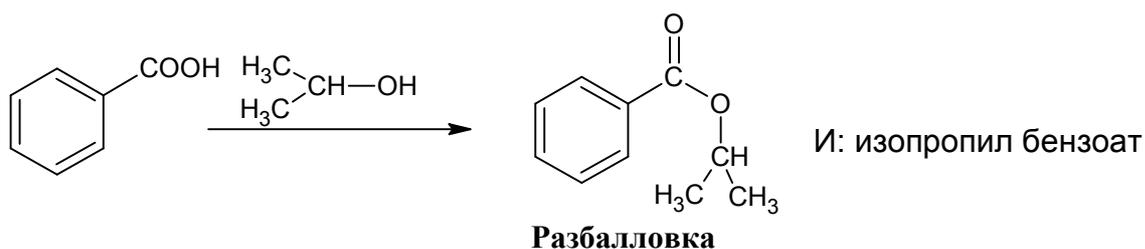
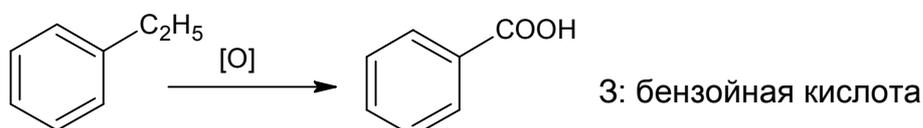
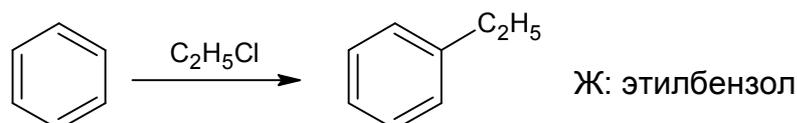
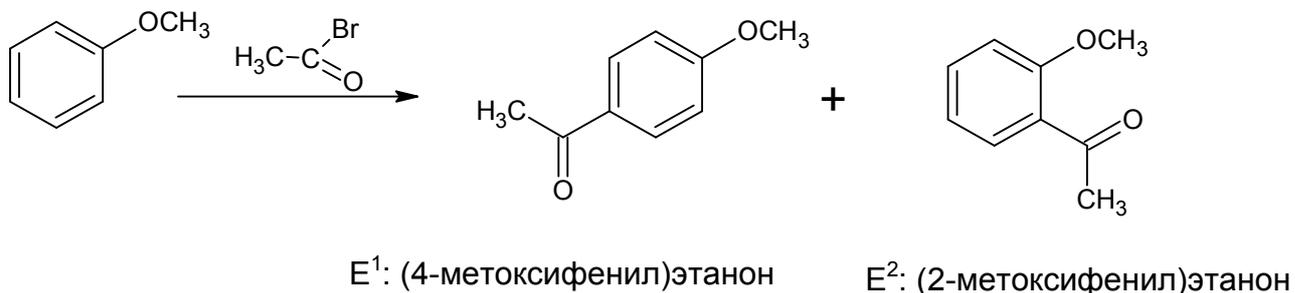
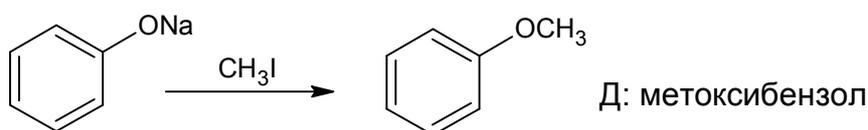
$$m_{\text{НБ}} = 123 \cdot 1,84 = 226 \text{ (кг)}$$

#### Разбалловка

Уравнение реакции (1)	2 б.
Составление уравнения, определяющего массу оставшегося раствора	2 б.
Составление уравнения, определяющего массу оставшейся азотной кислоты	2 б.
Расчет количества прореагировавшей азотной кислоты	2 б.
Расчет массы полученного нитробензола	2 б.
<i>ИТОГО</i>	<i>10 б.</i>

#### Задача №11-2



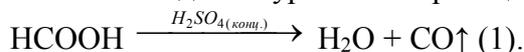


### Разбалловка

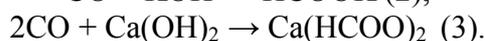
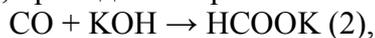
Структурные формулы А – И	10x0,5 б. = 5 б.
Названия веществ А – И	10x0,5 б. = 5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №11-3

Образование оксида углерода (+2) при обезвоживании метановой (муравьиной) кислоты концентрированной серной кислотой идёт по уравнению реакции

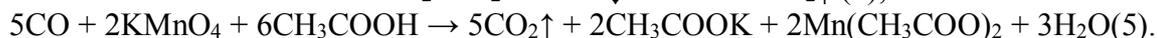
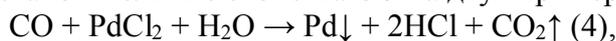


Взаимодействие с основаниями, приводит к образованию солей:



Образуются **формиаты** калия и кальция.

Проиллюстрируем восстановительные свойства CO на двух примерах:



### Разбалловка

Написание уравнений (1), (4)	2x2 б. = 4 б.
Написание уравнений (2), (3)	2x1 б. = 2 б.
Написание уравнения (5)	1x3 б. = 3 б.
Указание названия образующихся солей - формиатов	2x0,5 = 1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>



$$m(\text{KOH}) = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_2) = 85 \cdot 0,1 = 8,5 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 101 \cdot 0,1 = 10,1 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{раствора KOH}) + m(\text{NO}_2) = 168 + 0,2 \cdot 46 = 177,2 \text{ г}$$

$$w(\text{KOH}) = 22,4 / 177,2 = 0,126 \text{ (12,6\%)}$$

$$w(\text{KNO}_2) = 8,5 / 177,2 = 0,048 \text{ (4,8\%)}$$

$$w(\text{KNO}_3) = 10,5 / 177,2 = 0,059 \text{ (5,9\%)}$$

### Разбалловка

Определение формулы соли <b>А</b> (при отсутствии расчетов – 1 б.)	2 б.
Определение формул веществ <b>Б – Д</b>	4x0,5 б. = 2 б.
Уравнения реакций (1) – (3)	3x1 б. = 3 б.
Установление состава раствора <b>Е</b>	1 б.
Расчет массовых долей веществ в растворе <b>Е</b>	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

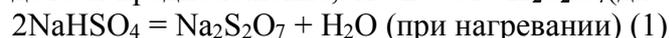
### Задача №11-6

1. Определяем молекулярные формулы кислот **А**, **В** и **С**.

Так как **А** и **В** – кислоты, то находим массовую долю водорода в соединениях: 2,04% и 1,12%.

1.1. Для кислоты **А**:  $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2,04/1 : 32,65/32 : 65,31/16 = 2 : 1 : 4$ . Так как в условии задачи указано, что **А** – сильная кислота, следовательно **А** – серная кислота (молекулярная формула –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

1.2. Для кислоты **В**:  $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,12/1 : 35,96/32 : 62,92/16 = 1,12 : 1,12 : 3,9$ . Возможно, простейшая формула кислоты **В** –  $\text{HSO}_4$ . Можно предположить, что молекулярная формула вещества **В** –  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ . Однако, в таком случае содержание серы не согласуется с проведенными расчетами. Так как в условии задачи указано, что кислая соль кислоты **А** легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты **В**, то делаем предположение, что **В** – это  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  (дисерная кислота):



1.3. Для кислоты **С** даны массовые доли водорода и серы – 1,82% и 87,27%, однако, указано, что кислота не содержит кислород. Вычисляем массовую долю неизвестного элемента **Х** в кислоте:  $100 - (1,82 + 87,27) = 10,91 \text{ (\%)}$ .

В условии задачи сказано, что при нагревании кислота **С** разлагается на два бинарных вещества **Д** и **Е**, **Е** при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172.

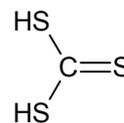
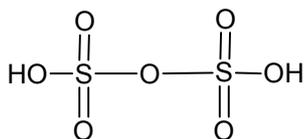
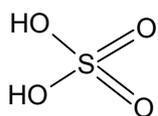
Найдем эти вещества: для неизвестного газа  $M(\text{Д}) = D_{\text{воздух}} \cdot 1,172 \approx 34 \text{ (г/моль)}$ . Исходя из того, что газ имеет неприятный запах, предположим, что это  $\text{H}_2\text{S}$  (сероводород).

Второе бинарное соединение (**Е**) (так как нагревание происходит в отсутствие кислорода) содержит неизвестный элемент **Х**. Сказано, что это горючая жидкость, хороший растворителем для органических соединений. Можно предположить, что неизвестное вещество  $\text{CS}_2$  (сероуглерод), тогда кислота **С** –  $\text{H}_2\text{CS}_3$  (тиоугольная кислота, кстати, достаточно сильная).

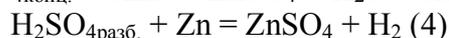


Тиоугольная кислота легко разлагается, но по термической устойчивости превосходит угольную кислоту.

Структурные формулы кислот:

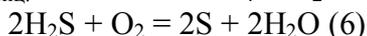
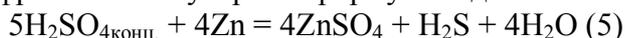


2. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Необходимо указать, что в зависимости от концентрации серная кислота будет различно взаимодействовать с одним и тем же металлом (Cu, Fe, Zn и другие).

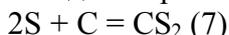


Это можно объяснить, что для разбавленной серной кислоты окислителем является водород в степени окисления (+1), а для концентрированной – сера в степени окисления (+6). S (+6) в данном случае является более сильным окислителем, чем H (+1).

3. Цепочка превращения: А → D → сера → E → оксид серы (IV) является своеобразной подсказкой для расшифровки молекулярных формул соединений.



(SO<sub>2</sub> образуется в небольшом количестве даже при недостатке кислорода).



### Разбалловка

Определение веществ А – Е	5x0,5 б. = 2,5 б.
Приведены структурные формулы для А, В, С	3x0,5 б. = 1,5 б.
Определение молярной массы газа D	0,5 б.
Уравнения реакций (1), (2)	2x1 б. = 2 б.
Уравнения взаимодействия H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> с одним металлом, но с разными продуктами реакциями	2x0,5 б. = 1 б.
Пояснение особенности различного взаимодействия H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> в зависимости от концентрации	0,5 б.
Уравнения реакций (5) – (8)	4x0,5 б. = 2 б.
<b>ИТОГО:</b>	<b>10 б.</b>