

### Рекомендации к решению

#### 11-1.

**А.** Эквивалент неизвестного элемента равен  $76,5 : 2 = 38,25$ . Если элемент трехвалентный, как установил Д.И. Менделеев, то его относительная атомная масса  $38,25 \cdot 3 = 114,75$ .

Элемент индий In.

**Б.** Индий — элемент, названный по цвету характерной для него ярко-синей линии в спектре. От «индиго» — ярко-синей краски, с давних пор привозимой в Европу из Индии.

**В.** Рассеянные элементы, редкие элементы, т.е. не обладающие способностью к концентрированию в земной коре. Они практически не образуют собственных месторождений, добываются попутно при переработке руд других элементов или из нерудного сырья.

**Г.** Массовая доля индия в соли равна  $100 - 10,13 - 56,37 - 9,09 - 18,79 = 5,62\%$ . Формулу соли можно записать следующим образом:  $\text{In}_x\text{H}_y\text{C}_z\text{P}_k\text{O}_l$ . Тогда

$$x : y : z : k : l = \frac{5,62}{115} : \frac{10,13}{1} : \frac{56,37}{12} : \frac{9,09}{31} : \frac{18,79}{16}$$

$$x : y : z : k : l = 1 : 207 : 96 : 6 : 24$$

Получаем брутто-формулу:  $\text{InH}_{207}\text{C}_{96}\text{P}_6\text{O}_{24}$ .

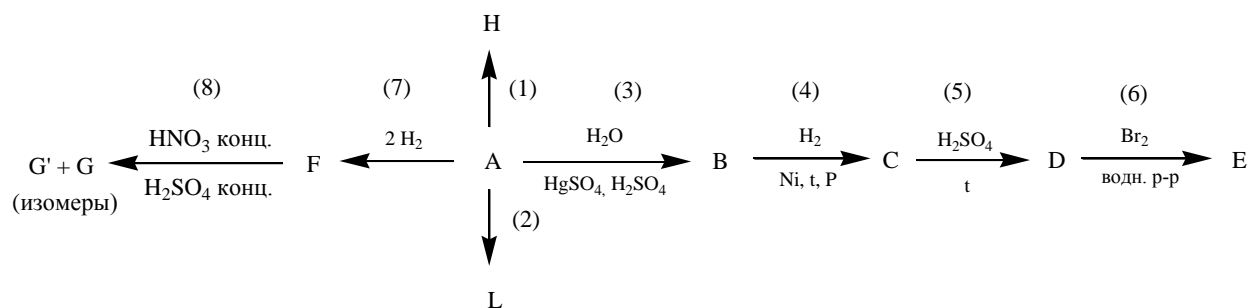
Так как кислота имеет состав  $\text{H}(\text{C}_8\text{H}_{17})_2\text{PO}_4$ , то формулу соли можно переписать следующим образом:  $\text{In}[\text{H}((\text{C}_8\text{H}_{17})_2\text{PO}_4)_2]_3$ , т.е. индием замещается половина атомов водорода в димерной молекуле кислоты.

**Д.** Формула вещества  $\text{InR}$ , т.к. атомы в равных количествах.

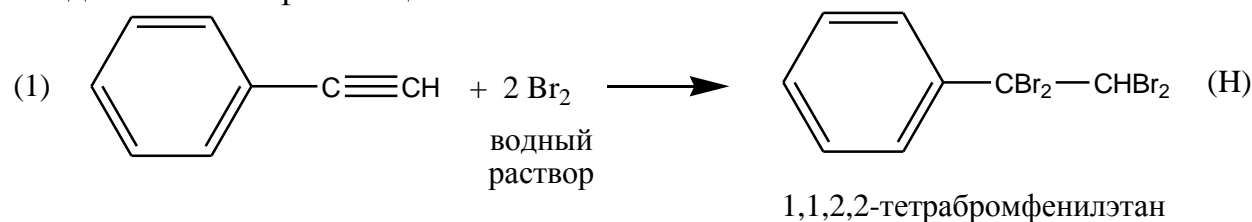
$M(\text{R}) = 1,06 \cdot 115 = 122$ .

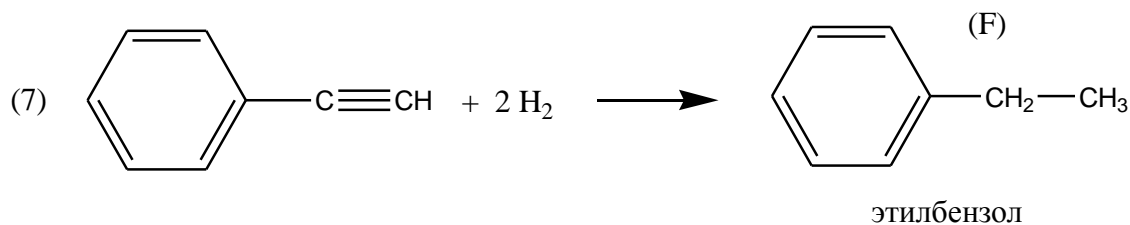
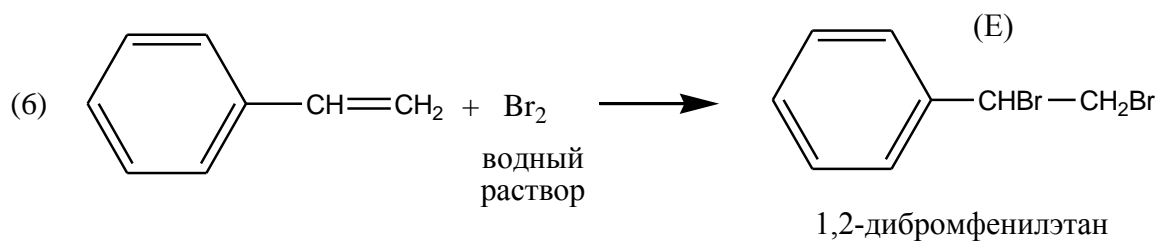
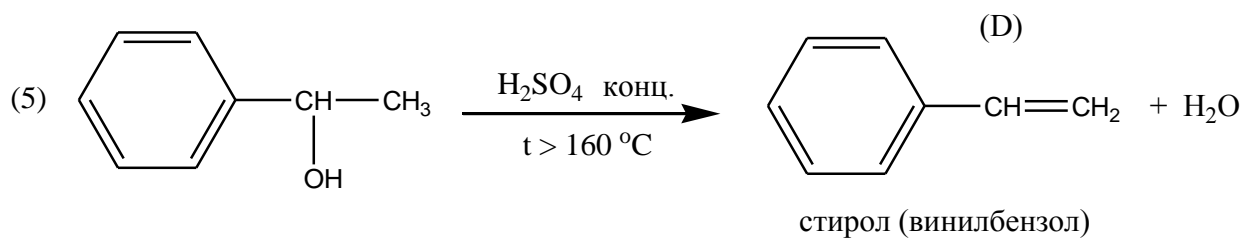
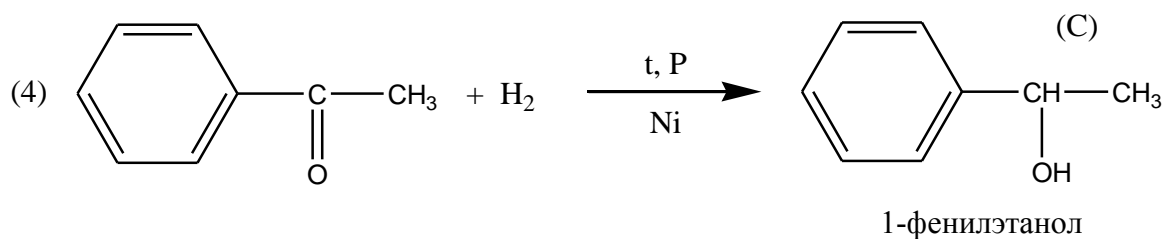
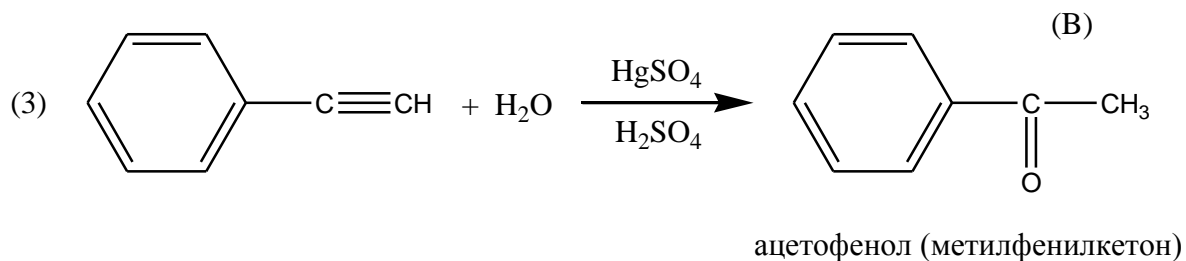
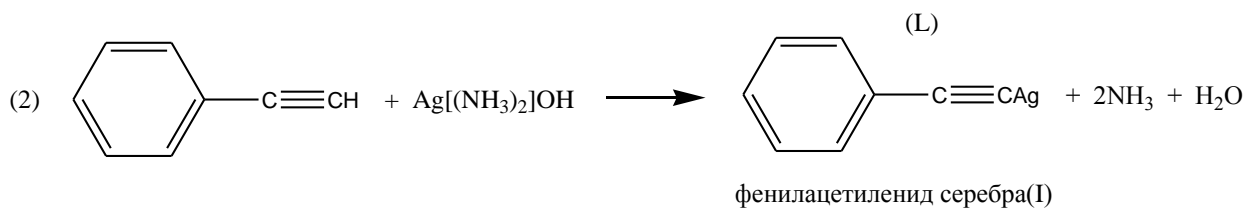
Элемент сурьма, вещество —  $\text{InSb}$  — антимонид индия.

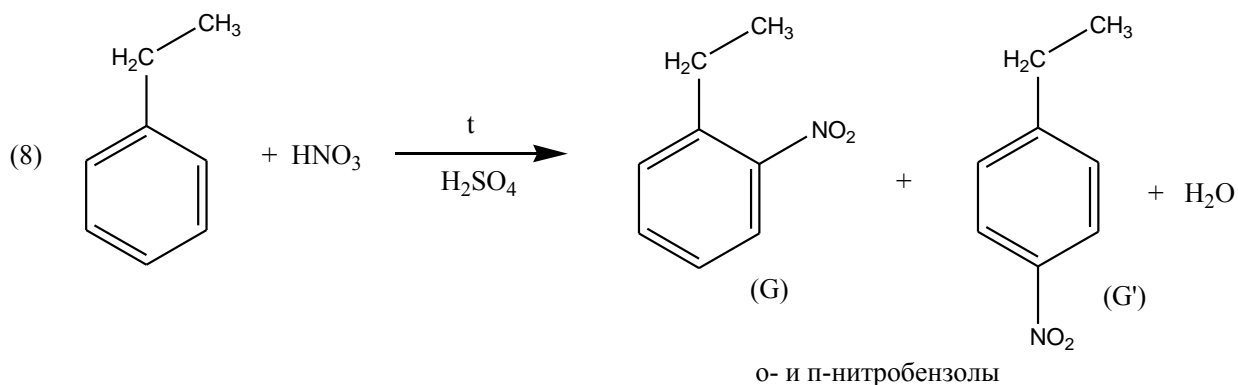
#### 11-2.



Соединение А — фенилацетилен.

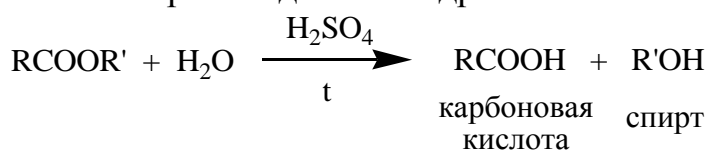






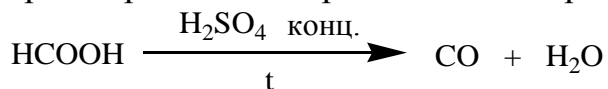
### 11-3.

При нагревании сложного эфира с концентрированным раствором серной кислоты происходит его гидролиз:



$$\nu(\text{RCOOH}) = \nu(\text{R}'\text{OH})$$

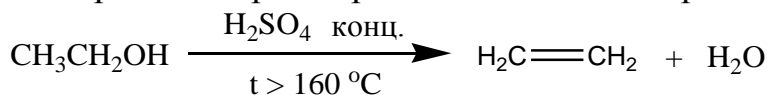
Образование газовой смеси свидетельствует о том, что продукты гидролиза взаимодействуют с серной кислотой при нагревании, превращаясь в газы. Один из компонентов газовой смеси образуется из карбоновой кислоты. Это возможно в том случае, если сложный эфир был образован муравьиной кислотой, которая при нагревании с серной кислотой разлагается с выделением угарного газа:



$$\nu(\text{HCOOH}) = \nu(\text{CO})$$

Угарный газ не взаимодействует с бромной водой. Логично предположить, что второй компонент смеси образуется из спирта.

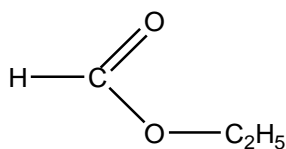
При пропускании газовой смеси через бромную воду ее плотность, согласно условию задачи, не изменилась. Следовательно, молярные массы двух газов одинаковы и равны 28 г/моль ( $M(\text{CO}) = 28$  г/моль). Молярную массу 28 г/моль имеет этилен, который образуется в результате внутримолекулярной дегидратации при нагревании этанола с серной кислотой:



$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \nu(\text{C}_2\text{H}_4)$$

Количества вещества угарного газа и этилена одинаковы, что следует из приведенных уравнений реакции. Поэтому при пропускании газовой смеси через бромную воду ее объем сократился вдвое.

Эти рассуждения приводят к заключению, что искомым эфир образован муравьиной кислотой и этиловым спиртом:



Ответ: этилформиат.

#### 11-4.

Соединение *X* имеет простейшую формулу  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ .

Соединение *Y* имеет простейшую формулу  $\text{CH}_2\text{O}$

и истинную формулу  $-(\text{CH}_2\text{O})_n$ .

Состав  $\text{CH}_2\text{O}$  соответствует формальдегиду, который не может образовываться при окислении перманганатом калия. Следовательно,  $n > 1$ .

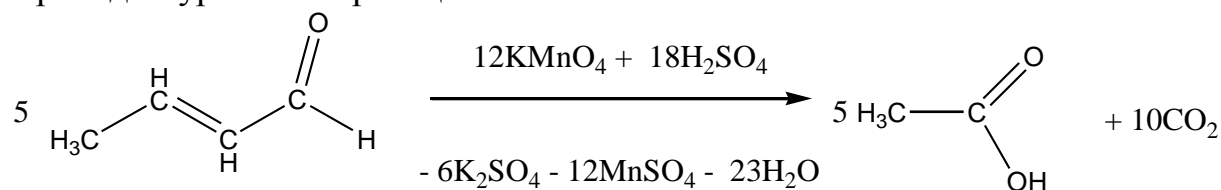
При  $n = 2$  получаем  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ , что соответствует уксусной кислоте. Ее образование при окислении перманганатом калия возможно.

В таком случае реакция окисления горячим подкисленным раствором перманганата калия происходит с уменьшением углеродного скелета. Это свидетельствует о наличии в соединении кратной связи углерод-углерод, расположенной между вторым и третьим атомами углерода в неразветвленном углеродном скелете:  $\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}$  или  $\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}$ .

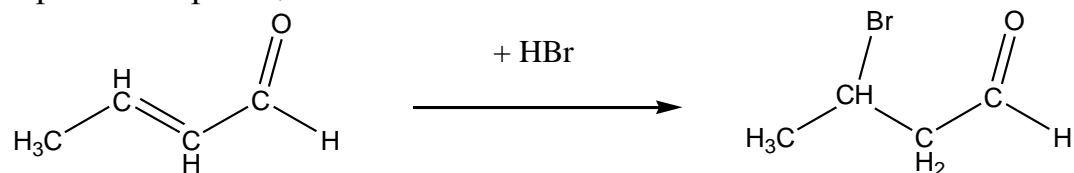
Реакция с аммиачным раствором оксида серебра предполагает наличие в соединении альдегидной группы (либо тройной связи на конце углеродного скелета, что следует исключить, так как мы уже показали, наличие кратной связи по центру). Реакция с бромоводородом также свидетельствует о присутствии кратной связи.

Обратимся к стехиометрии. Состав  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$  соответствует наличию одной двойной связи и одной альдегидной группы, то есть искомое вещество — бутен-2-аль или кротоновый альдегид.

Приведем уравнения реакций.

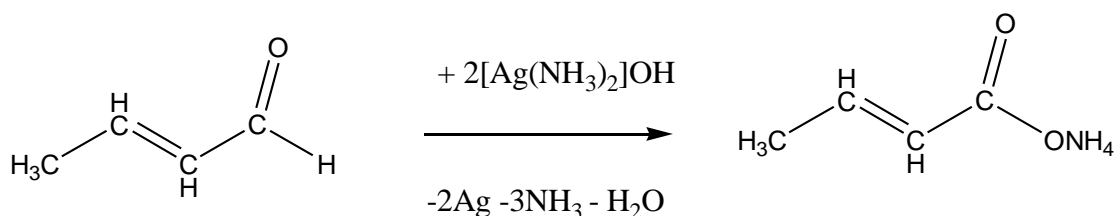


Уравнение реакции с  $\text{HBr}$ :



Обращаем внимание, что присоединение бромоводорода происходит таким образом, что атом брома оказывается при третьем атоме углерода молекулы альдегида. Это вызвано влиянием акцепторной группировки (альдегидной группы), кратная связь  $\text{C}=\text{O}$  которой сопряжена с двойной связью  $\text{C}=\text{C}$ .

Уравнение реакции с аммиачным раствором оксида серебра:



### 11-5.

А. Анализируя условие задачи, можно предположить следующее.

А — оксид, образующийся при разложении нитрата, вероятнее всего оксид марганца(IV). Именно он входит в состав катодной массы элемента Лекланше.

В — углекислый газ.

$$n(\text{CO}_2) = 0,15 \text{ моль.}$$

Если принять  $n(\text{А}) = n(\text{CO}_2) = 0,15$  моль, то  $M(\text{А}) = 13,04/0,15 = 86,9$  г/моль  
Этот вывод подтверждает предположение о  $\text{MnO}_2$ , т.к.  $M(\text{MnO}_2) = 87$  г/моль.

Таким образом,

Б — сульфат марганца ( $\text{MnSO}_4$  в растворе)

Г — карбонат марганца

Д — нитрат марганца

$M(\Gamma) = 22,64/0,15 = 150,9$  г/моль;  $M(\text{MnCO}_3) = 115$  г/моль. Разность составляет 36 г/моль — 2 молекулы воды, поэтому точный состав Г —  $\text{MnCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$M(\text{Д}) = 43,06/0,15 = 287$  г/моль;  $M[\text{Mn}(\text{NO}_3)_2] = 179$  г/моль. Разность составляет 108 г/моль — 6 молекул воды, поэтому точный состав Г —  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Б. Уравнения реакций

