

5. При добавлении избытка брома к 0.93 г смеси органических веществ **A** и **B** образуется 224 мл (н.у.) газа **C** без цвета и запаха, 1.655 г белого осадка **D** с массовой долей водорода 0.906% и неорганическая кислота **E**. Известно, что **A** и **B** обладают кислотными свойствами. Для нейтрализации того же количества их смеси требуется 150 мл 0.1 М раствора каустической соды.

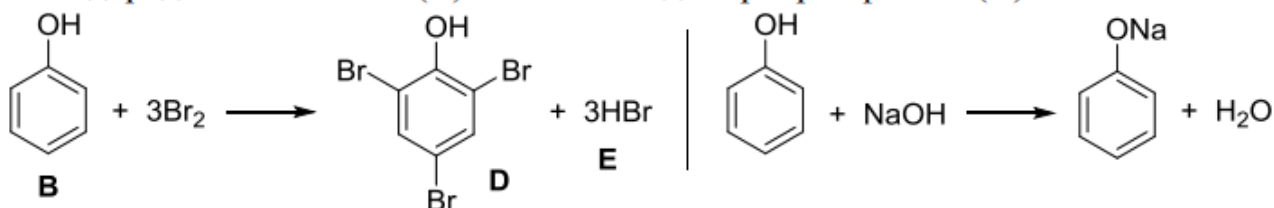
- 1) Определите вещества **A** – **E**, если известно, что все реакции протекают количественно, а в состав соединения **D** входят три атома брома. Ответ подтвердите расчетами.
- 2) Какой продукт получится при реакции соединения **D** с бромом?
- 3) Известно, что соль, полученная взаимодействием **B** с гидроксидом лития, реагирует с **C** с образованием продукта **F**. Напишите эти реакции.

### № 5

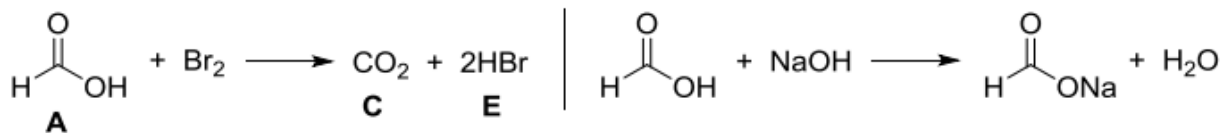
- 1) Найдем количество вещества газа **C**, выделившегося в результате реакции:  $n(\text{C}) = 0.01$  моль. Теперь рассчитаем количество вещества  $\text{NaOH}$  для реакции со смесью веществ **A** и **B**:  $n(\text{NaOH}) = 150/1000 \cdot 0.1 = 0.015$  моль.

Очевидно, что неорганическая кислота, получающаяся в результате реакции смеси веществ с бромом, это  $\text{HBr}$ , следовательно, происходит восстановление брома. Предположим, что газ **C** выделяется в результате окисления соединения **A** бромом, значит можно предположить по условию задачи (о том, что выходы количественные), что  $n(\text{A}) = 0.01$  моль. Тогда, так как смесь веществ **A** и **B** прореагировала с 0.015 моль  $\text{NaOH}$ , можно сделать вывод, что  $n(\text{B}) = 0.005$  моль.

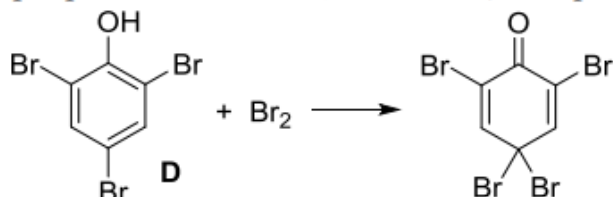
- 2) Вещества **D** в результате реакции с бромом **B** должно было получиться также 0.005 моль, откуда можно рассчитать молярную массу **D**:  $M(\text{D}) = m(\text{D})/n(\text{D})$ ,  $M(\text{D}) = 1.655/0.005 = 331$  г/моль. Зная массовую долю водорода, можно рассчитать количество атомов водорода в **D**:  $331 \cdot 0.00906 = 3$ . Тогда, исходя из условия задачи, можно определить, что вещество **D** имеет состав  $\text{H}_3\text{O}_n\text{Br}_{3n}\text{X}$ , где **X** – все остальные неизвестные элементы. Отсюда ясно, что **D** может содержать только три атома брома (так как известна молекулярная масса **D**), тогда при составе  $\text{H}_3\text{OBr}_3\text{X}$  остаток молекулярной массы, соответствующий **X**, равен 72, что в точности соответствует 6-ти атомам углерода, тогда **D** – это  $\text{C}_6\text{H}_3\text{OBr}_3$ . Из курса органической химии известно, что фенол реагирует с бромом с образованием бромоводородистой кислоты (**E**) и белого осадка трибромфенола (**D**).



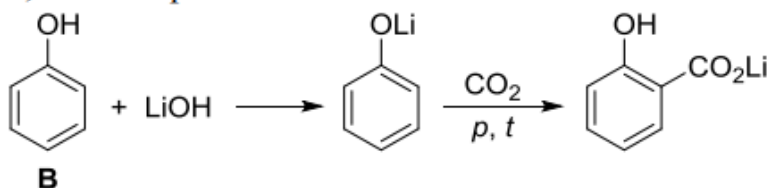
- 3) Рассчитаем молярную массу второго соединения. Исходя из полученных данных, определим, что **B** – это фенол, тогда в исходной смеси содержалось  $m(\text{B}) = 0.005 \cdot 94 = 0.47$  г, значит в той же смеси было  $m(\text{A}) = 0.93 - 0.47 = 0.46$  г, что соответствует соединению с  $M_r = 46$ . Так как известно, что это вещество является кислотой, при окислении бромом которой выделяется газ без цвета и запаха, можно сделать вывод, что это муравьиная кислота.



- 4) Трибромфенол дальше может реагировать с еще одним эквивалентом брома с образованием 2,4,4,6-тетрабромциклогекса-2,5-диенона, который окрашен в желтый цвет:



- 5) При реакции гидроксида лития с фенолом получается фенолят лития, который способен реагировать с углекислым газом (C) с образованием соли салициловой кислоты. Это еще раз подтверждает то, что **B** – фенол.



#### Рекомендации к оцениванию:

- |    |  |                  |
|----|--|------------------|
| 1. | Определены вещества А – Е по 1 баллу                           | 5 баллов         |
|    | <i>если А и В перепутаны местами, то по 0.5 балла за А и В</i> |                  |
| 2. | Расчет молекулярной массы веществ А и D по 1 баллу             | 2 балла          |
| 3. | Продукт взаимодействия D с бромом                              | 1 балл           |
| 4. | Реакция фенола с гидроксидом лития                             | 1 балл           |
| 5. | Реакция фенолята лития с углекислым газом                      | 1 балл           |
|    | <b>ИТОГО:</b>  | <b>10 баллов</b> |