

## 10 класс

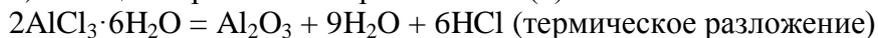
### № 1

1) В решении задачи много интуитивных факторов определения природы соли **X**. То обстоятельство, что водный раствор соли имеет кислую реакцию, указывает на то, что эта она образована катионом слабого основания. То, что соль бесцветна, дает основания отвергнуть соли наиболее распространенных переходных металлов, т.к. соли железа, хрома, марганца окрашены. Остается алюминий или цинк. Рассуждения по поводу природы аниона могут быть следующие: нитраты при прокаливании разлагаются с выделением бурого газа, таких указаний в задаче нет, сульфаты – труднолетучи и весьма термостойки. Скорее всего, был растворен галогенид, вероятнее, хлорид, так как соль **X** бесцветна (бромиды, иодиды чаще бывают окрашенными, у фторидов сложнее с растворимостью). Предположим, что **X** – хлорид. Тот факт, что сильное нагревание вызывает возгонку соли, склоняет к алюминию –

его хлорид более летуч, чем хлорид цинка, причем  $\text{AlCl}_3$  переходит в газовую фазу в виде димера. Таким образом, базовое предположение, что исходная соль **X** – хлорид алюминия.

2) Определим возможные летучие продукты разложения: в хлоркальциевой трубке поглощается вода, в трубке с безводным едким кали –  $\text{HCl}$ . Это значит, что **X** не просто соль, а кристаллогидрат (ясно из условия). Координационное число алюминия равно 6. Тогда **X** =  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

3) Реакция термического разложения (2):



Проверим наше предположение, используя количественные соотношения.

$$m(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0.604 \text{ г} \quad n(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,0025 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0.203 \text{ г} \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 0.01128 \text{ моль} \quad n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 4.51$$

$$m(\text{HCl}) = 0.274 \text{ г} \quad n(\text{HCl}) = 0.0075 \text{ моль} \quad n(\text{HCl}) : n(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 3$$

Полученные соотношения соответствуют стехиометрии реакции (2) и могут служить подтверждением нашего предположения.

4) При обработке **X** щелочью, а затем серной кислотой выпадают хорошо известные калий-алюминиевые квасцы –  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (**Y**). Подтвердим это расчетами.

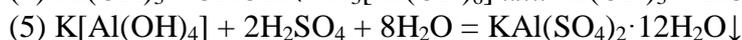
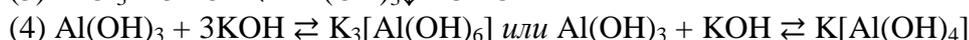
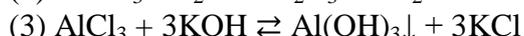
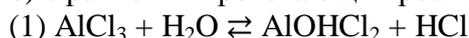
Число моль растворенной соли **X** ( $M = 241.5 \text{ г/моль}$ ) =  $0.725 : 241.5 = 0.003 \text{ моль}$ .

Число моль образовавшихся квасцов  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  ( $M = 474 \text{ г/моль}$ ) такое же:  $n = 1.424 : 474 = 0,003 \text{ моль}$ .

5) Двойные соли – такие соли, которые содержат два типа катионов. Существуют только в твердом виде. Растворимые двойные соли при растворении в воде полностью диссоциируют на ионы: например,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 = \text{K}^+ + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$

Квасцы обладают антисептическими и вяжущими свойствами, используются в *медицине и косметологии*. Также используются при *обеззараживании сточных и питьевых вод*. Дубящие свойства квасцов обуславливают их применение *при обработке кожи, в текстильной промышленности*. Квасцы применяются как *коагулянт в целлюлозно-бумажной промышленности*. В *пищевой промышленности* используются как пищевая добавка в качестве разрыхлителя, стабилизатора и регулятора кислотности.

6) Уравнения протекающих реакций:



#### Рекомендации к оцениванию:

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Определены вещества X, Y по 2 балла   | 4 балла   |
| 2. Указано название Y  | 1 балл    |
| 3. Указание на образование $\text{H}_2\text{O}$ и $\text{HCl}$ по 1 баллу<br>без подтверждения по стехиометрии разложения по 0.5 балла | 2 балла   |
| 4. Уравнения реакций<br>(1), (3), (4) – по 0.25 балла<br>(2) – 0.75 баллов<br>(5) – 0.5 балла  | 2 балла   |
| 5. Определение двойных солей   | 0.5 балла |
| 6. Области использования квасцов по 0.25 балла<br>не более 0.5 баллов  | 0.5 балла |

**ИТОГО: 10 баллов**

Исходя из приведенных подсказок, можно сказать:

1 – Cl<sub>2</sub>, 2 – H<sub>2</sub>O, 3 – CaCO<sub>3</sub>, 4 – O<sub>3</sub>, 5 – C, 6 – SiO<sub>2</sub>

По реакции получения вещества **A** из 5 (C) и 6 (SiO<sub>2</sub>) можно предположить, что «дьявольский элемент» – это фосфор, т.е. **A** – P<sub>4</sub>

- (1) P<sub>4</sub> + 6Cl<sub>2</sub> = 4PCl<sub>3</sub> (**C**)
- (2) P<sub>4</sub> + 10Cl<sub>2</sub> = 4PCl<sub>5</sub> (**D**)
- (3) PCl<sub>5</sub> + H<sub>2</sub>O(пар) = 2HCl + POCl<sub>3</sub> (**G**)
- (4) 2POCl<sub>3</sub> + 4CaCO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O = 3CaCl<sub>2</sub> + 4CO<sub>2</sub> + Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (**I**)
- (5) Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + CaCO<sub>3</sub> = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + 2CaHPO<sub>4</sub> (**E**)
- (6) PCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O = 3HCl + H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> (**F**)
- (7) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> + CaCO<sub>3</sub> = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + CaHPO<sub>3</sub> (**H**)
- (8) CaHPO<sub>3</sub> + O<sub>3</sub> = CaHPO<sub>4</sub> + O<sub>2</sub>
- (9) 2CaHPO<sub>4</sub> = H<sub>2</sub>O + Ca<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (**B**)
- (10) 2Ca<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + 10C + 4SiO<sub>2</sub> = 4CaSiO<sub>3</sub> + P<sub>4</sub> + 10CO
- (11) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> + POCl<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O = 3HCl + H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (**J**)

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>	C	SiO <sub>2</sub>

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>
P <sub>4</sub>	Ca <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	PCl <sub>3</sub>	PCl <sub>5</sub>	CaHPO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	POCl <sub>3</sub>	CaHPO <sub>3</sub>	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>

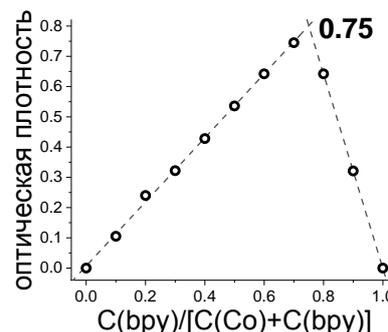
**Рекомендации к оцениванию:**

1. Определены вещества 1 – 6, A – J по 0.25 балла 4 балла
2. Уравнения реакций (1) – (10) по 0.5 балла 5 баллов  
если реакция уравнена неверно – 0.25 балл
3. Уравнение реакции (11) 1 балл  
если реакция уравнена неверно – 0.25 балл

**ИТОГО: 10 баллов**

**№ 3**

- 1) В задаче в явном виде описано установление состава комплекса методом изоляричных серий (метод Жоба-Остромысленского). Построив график зависимости оптической плотности раствора от соотношения компонентов, получаем, что зависимость имеет максимум при соотношении  $\nu_{\text{py}}:\text{Co} = 3:1$ , следовательно, состав образующегося комплекса – [Co( $\nu_{\text{py}}$ )<sub>3</sub>]<sup>2+</sup>.
- 2) Данный комплекс существует в виде двух оптических изомеров: лямбда- и дельта. Не противоречит условию задачи также образование комплексов [Co( $\nu_{\text{py}}$ )<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>]<sup>2+</sup> (ос- и гран-изомеры), [Co( $\nu_{\text{py}}$ )<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O)]<sup>2+</sup> (цис- и транс-изомеры), [Co( $\nu_{\text{py}}$ )<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> (цис- и транс-изомеры).
- 3) Комплекс с 2,2'-бипиридином должен иметь наибольшую константу устойчивости вследствие хелатного эффекта.



**Рекомендации к оцениванию:**

1. Определение состава образующегося комплекса 4 балла  
без построения графика – 2 балла
2. Указание на существование изомеров – по 0.5 балла 4 балла
3. Упоминание о хелатном эффекте 2 балла

**ИТОГО: 10 баллов**

**№ 4**

- 1) При реакции с водой бинарного соединения, как правило, образуется гидрид одного элемента и гидроксид другого. Наиболее вероятно, что осадок представляет из себя нерастворимый гидроксид металла, а его прокаливание приводит к образованию оксида металла и воды.



- 2) Примем за  $x$  атомную массу металла, а за  $y$  – его валентность.

Тогда количество вещества гидроксида  $n(M(OH)_y) = 16.8/(x + 17y)$

Количество вещества оксида  $n(M_2O_y) = (16.8 - 5.2)/(2x + 16y)$

Исходя из уравнения реакции  $n(M(OH)_y) = 2n(M_2O_y)$

Таким образом,  $16.8/(x + 17y) = 2 \cdot (16.8 - 5.2)/(2x + 16y)$

Решая данное уравнение получаем, что  $x = 12y$  или  $A(M) = 12y$

- 3) Рассмотрим возможные валентности элемента  $M$ :

$y = 1$ ,  $A(M) = 12$ , следовательно,  $M$  – углерод, но углерод не проявляет валентность I

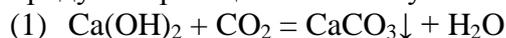
$y = 2$ ,  $A(M) = 24$ , следовательно,  $M$  – **магний**

$y = 3$ ,  $A(M) = 36$ , элемент с такой атомной массой отсутствует

$y = 4$ ,  $A(M) = 48$ , следовательно,  $M$  – **титан**

Таким образом, одним из элементов бинарных соединений является либо магний, либо титан.

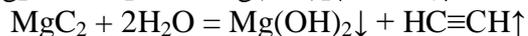
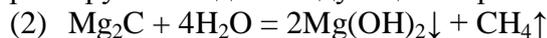
- 4) Из наблюдения, что пропускание газообразных продуктов сгорания через известковую воду привело к ее помутнению, можно сделать вывод, что одним из газообразных продуктов реакции является углекислый газ  $CO_2$ .



Значит, другим элементом, входящим в состав исходных бинарных соединений, является углерод.

Таким образом, серый порошок состоит либо из карбидов титана, либо из карбидов магния.

- 5) Титан способен образовывать только один карбид –  $TiC$ , который не реагирует с водой при комнатной температуре. Магний способен образовывать три карбида  $Mg_2C$ ,  $Mg_2C_3$  и  $MgC_2$ . Следовательно, серый порошок представляет из себя смесь карбидов магния. Они реагируют с водой следующим образом:



С бромной водой способны взаимодействовать только ацетилен  $C_2H_2$  и пропин  $C_3H_4$ . Из наблюдения, что газ только частично поглотился бромной водой, можно сделать вывод, что один из газов – метан  $CH_4$ . Следовательно, один из компонентов серого порошка  $Mg_2C$ .

Газ представляет из себя либо смесь метана и ацетилена, либо смесь метана и пропина.

Молярная масса газа составляет  $M(\text{газа}) = d(H_2) \cdot M(H_2) = 15.86 \cdot 2 = 31.72$  г/моль, что больше молярной массы ацетилена (26) и метана (16). Следовательно, газ, образовавшийся в результате гидролиза серого порошка, представляет собой смесь метана и пропина. Таким образом, серый порошок представляет собой смесь  **$Mg_2C$  и  $Mg_2C_3$** .

- б) Количественный состав можно определить из значения молярной массы смеси метана и пропина. Пусть мольная доля метана –  $y$ . Тогда мольная доля пропина –  $(1 - y)$ .

Молярная масса смеси газов равна:  $16y + 40(1 - y) = 31.72$ .

Откуда, мольная доля метана ( $y$ ) равна 0.345, а мольная доля пропина – 0.655.

На основании стехиометрии реакций (2) и (3) можно сделать вывод, что мольные доли  $Mg_2C$  и  $Mg_2C_3$  в смеси такие же как мольные доли метана и пропина в газовой смеси.

Возьмем 1 моль смеси  $Mg_2C$  и  $Mg_2C_3$ , тогда:

$$n(Mg_2C) = 0.345 \cdot 1 \text{ моль} = 0.345 \text{ моль}$$

$$m(Mg_2C) = 0.345 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 20.7 \text{ г}$$

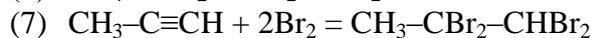
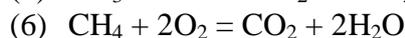
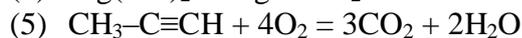
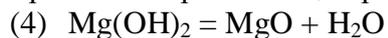
$$n(Mg_2C_3) = 0.655 \cdot 1 \text{ моль} = 0.655 \text{ моль}$$

$$m(Mg_2C_3) = 0.655 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 55.0 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Mg}_2\text{C}) = 20.7 / (20.7 + 55.0) \cdot 100 \% = 27.3 \%$$

$$\omega(\text{Mg}_2\text{C}_3) = 55.0 / (20.7 + 55.0) \cdot 100 \% = 72.7 \%$$

7) Уравнения протекающих реакций:



#### Рекомендации к оцениванию:

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Определен элемент Mg  | 2 балла   |
| 2. Определен состав газа (метан, пропин) по 0.5 балла  | 1 балл    |
| 3. Определен состав порошка ( $\text{Mg}_2\text{C}$ , $\text{Mg}_2\text{C}_3$ ) по 0.5 балла | 1 балл    |
| 4. Рассчитан количественный состав смеси   | 2.5 балла |
| 5. Уравнения реакций (1) – (7) по 0.5 балла<br>если реакция уравнена неверно – 0.25 балл     | 3.5 балла |

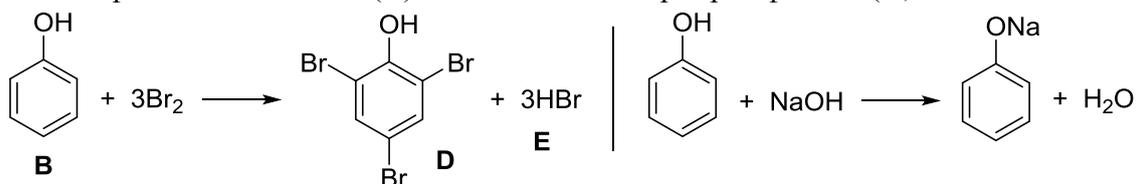
**ИТОГО: 10 баллов**

#### № 5

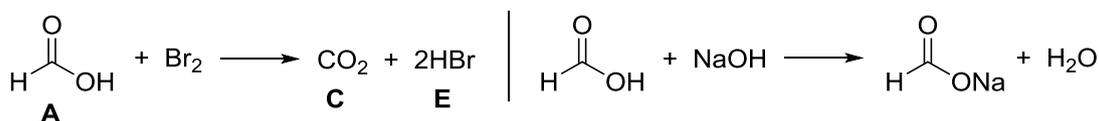
1) Найдем количество вещества газа **C**, выделившегося в результате реакции:  
 $n(\text{C}) = 0.01$  моль. Теперь рассчитаем количество вещества NaOH для реакции со смесью веществ **A** и **B**:  $n(\text{NaOH}) = 150/1000 \cdot 0.1 = 0.015$  моль.

Очевидно, что неорганическая кислота, получающаяся в результате реакции смеси веществ с бромом, это 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 NaOH, можно сделать вывод, что  $n(\text{B}) = 0.005$  моль.

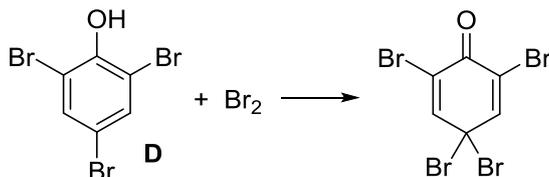
2) Вещества **D** в результате реакции с бромом **B** должно было получиться также 0.005 моль, откуда можно рассчитать молярную массу **D**:  $M(\text{D}) = m(\text{D})/n(\text{D})$ ,  $M(\text{D}) = 1.655/0.005 = 331$  г/моль. Зная массовую долю водорода, можно рассчитать количество атомов водорода 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**).



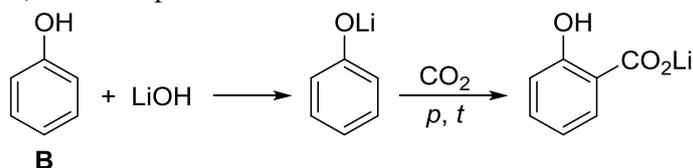
3) Рассчитаем молярную массу второго соединения. Исходя из полученных данных, определим, что **B** – это фенол, тогда в исходной смеси содержалось  $m(\text{B}) = 0.005 \cdot 94 = 0.47$  г, значит в той же смеси было  $m(\text{A}) = 0.93 - 0.47 = 0.46$  г, что соответствует соединению с  $M_r = 46$ . 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 (С) с образованием соли салициловой кислоты. Это еще раз подтверждает то, что **В** – фенол.



### Рекомендации к оцениванию:

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Определены вещества А – Е по 1 баллу<br><i>если А и В перепутаны местами, то по 0.5 балла за А и В</i> | 5 баллов |
| 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   |

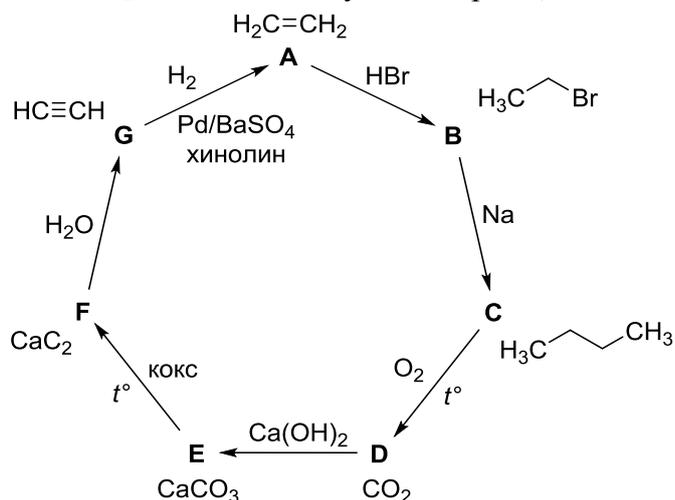
**ИТОГО: 10 баллов**

### № 6

1) Рассмотрим вещество **А**, оно имеет состав  $\text{C}_n\text{X}_{2n}$ , поскольку мольная доля углерода в нем 33.3 % (где **X** – любые остальные неизвестные элементы). Его брутто формула подходит под алкены или циклоалканы, а также всевозможные производные соединений данного ряда. Вещество **А** реагирует с  $\text{HBr}$ , в результате чего образуется **В** состава  $\text{C}_n\text{X}_{2n}\text{HBr}$  – производное алкана. Найдем, производное какого именно алкана вещество **В** исходя из мольной доли углерода в нем. Формула алкана  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , откуда можно рассчитать мольную долю углерода:  $n(\text{C})/[n(\text{C}) + n(\text{H})] = 0.25$ ;  $n/(n + 2n + 2) = 0.25$ ;  $n = 2$ . Следовательно, **В** – это производное этана состава  $\text{C}_2\text{X}_4\text{HBr}$ .

2) По условию задачи далее на соединение  $\text{C}_2\text{X}_4\text{HBr}$  действуют натрием, можно предположить, что это реакция Вюрца, в результате которой получают производное бутана  $\text{C}_4\text{X}_8\text{H}_2$ . Проверим это предположение, вычислив мольную долю углерода в  $\text{C}_4\text{X}_8\text{H}_2$ :  $4/14 = 0.2857$ , что в точности соответствует условию задачи. Из последнего следует, что **С** – какое-то производное бутана.

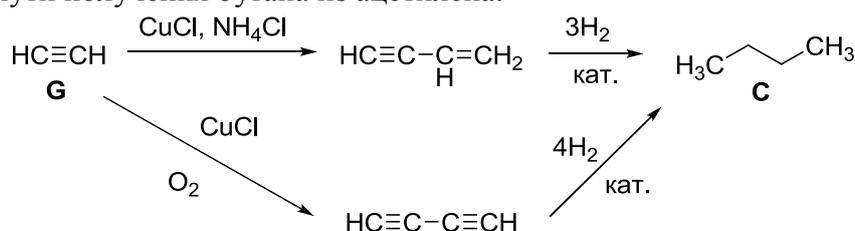
3) Далее из **С** получается **D**, имеющее состав  $\text{C}_m\text{Y}_{2m}$  (где **Y** – любые остальные неизвестные элементы). В свою очередь **D** взаимодействует с каким-то соединением кальция, давая



нерастворимое в воде неорганическое соединение **E**, имеющее состав  $C_kZ_{4k}$  (где  $Z$  – любые остальные неизвестные элементы). Это описание соединения **E** очень хорошо соответствует карбонату кальция, который также удовлетворяет и мольной доле углерода, данной в задаче.

4) Если **E** – это  $CaCO_3$ , то **D** – это углекислый газ ( $CO_2$  удовлетворяет формуле  $C_mY_{2m}$ ), который, например, при взаимодействии с раствором гашеной извести будет давать осадок карбоната кальция. При сплавлении кокса с карбонатом кальция получается карбид кальция (**F**) и угарный газ, при этом мольная доля углерода в ацетилениде составляет 66.6 %, что хорошо соотносится с условием задачи. Помимо этого, карбид кальция также реагирует с водой с образованием ацетилена (**G**), мольная доля углерода в котором 50 %. Тогда ацетилен можно восстановить на отравленном палладии до этилена (**A**), который по реакции с  $HBr$  даст бромэтан (**B**). Продукт реакции Вюрца – бутан (**C**). Переход  $C \rightarrow D$  – это окисление бутана до углекислого газа избытком кислорода. Тогда суммарную схему превращений можно представить следующим образом (см. вставку).

5) Возможные пути получения бутана из ацетилена:



#### Рекомендации к оцениванию:

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Определены вещества А – G по 1 баллу                    | 7 баллов |
| 2. Подтверждена расчетом структуры любого из веществ       | 1 балл   |
| 3. Указаны условия для перехода С в D и G в А по 0.5 балла | 1 балл   |
| 4. Приведен альтернативный способ получения С из G         | 1 балл   |

**ИТОГО: 10 баллов**

#### № 7

1) Запишем процесс диссоциации слабой кислоты:



Константа равновесия такого процесса будет называться константой кислотности:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Степень диссоциации в таком случае можно выразить в следующем виде:

$$\alpha = \frac{[H^+]}{C} = \frac{[A^-]}{C}$$

Т.к. диссоциация мала, равновесную концентрацию кислоты можно выразить как  $[HA] = C$ . Подставив равновесные концентрации в выражение для константы кислотности, получим хорошо известное уравнение связи константы диссоциации очень слабой кислоты со степенью диссоциации:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(\alpha C)^2}{C} = \alpha^2 C$$

Сделав замену переменной  $\alpha$ , как предложено в условии, получим:

$$K_a = \left(\frac{\Lambda}{\Lambda_0}\right)^2 C = \frac{\Lambda^2 C}{\Lambda_0^2}$$

2) Для линеаризации, например, прологарифмируем полученное выражение:

$$\Lambda = \sqrt{\frac{K_a \Lambda_0^2}{C}}$$

$$\log \Lambda = \log(\sqrt{K_a \Lambda_0}) - \frac{1}{2} \log C$$

Преобразуем к виду  $y(x) = kx + b$ :

$$y(x) \stackrel{\text{def}}{=} \log \Lambda \quad x \stackrel{\text{def}}{=} \log C \quad b \stackrel{\text{def}}{=} \log(\sqrt{K_a \Lambda_0})$$

Тогда, зная  $\Lambda_0$ , можно рассчитать  $K_a$  из отрезка, отсекаемого от оси ординат:

$$K_a = \left(\frac{10^b}{\Lambda_0}\right)^2$$

3) Расчет константы кислотности возможен двумя способами.

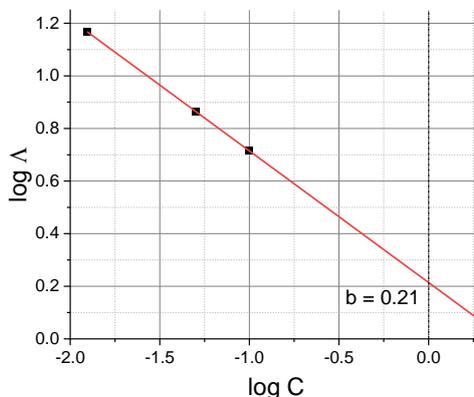
а) Расчет по аналитическому выражению  $K_a$  для любой точки

$$K_a = \frac{5.1^2 \cdot 0.1}{(390.7)^2} = 1.7 \cdot 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{14.6^2 \cdot 0.0125}{(390.7)^2} = 1.7 \cdot 10^{-5}$$

Тогда  $K_a = 1.5 \cdot 10^{-5}$ .

б) графический способ расчета



Тогда

$$K_a = \left(\frac{10^b}{\Lambda_0}\right)^2 = \left(\frac{10^{0.21}}{390.7}\right)^2 = 1.7 \cdot 10^{-5}$$

4) Для расчета pH воспользуемся следующей формулой:

$$[H^+] = \alpha C = \sqrt{\frac{K_a}{C}} C = \sqrt{K_a C}$$

Тогда получим, что

$$pH \cong -\log \sqrt{1.7 \cdot 10^{-5} \cdot 0.1} = 2.88$$

#### Рекомендации к оцениванию:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Получено выражение $K_a = f(\Lambda, C)$          | 3 балла |
| 2. Предложена линеаризация искомой зависимости       | 2 балла |
| 3. Выведено выражение для графического расчета $K_a$ | 2 балла |
| 4. Рассчитана константа кислотности (любым способом) | 2 балла |
| 5. Рассчитан pH                                      | 1 балл  |

**ИТОГО: 10 баллов**