

## РЕШЕНИЕ

"...Все видно насквозь.  
Для тех, кому не видно..."  
А.А. Зайцев  
"...I didn't say it would be easy.  
I just said it would be the truth..."  
Morpheus, The Matrix

1. Обратим внимание на реакцию **A** с избытком **NaOH**. Полученное в ней вещество **C** содержит натрий. Наиболее простой вариант – это натриевая соль карбоновой кислоты, общей формула которой **R-COONa**. Вычтем из молекулярной формулы **C** формулу остатка натриевой соли кислоты **COONa** и получим **R=C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>N**. Перебирая возможные варианты структур, находим единственный, в котором есть асимметрический атом углерода – условие оптической активности соединения. Итак, **C** – это натриевая соль аланина, а **A** (из молекулярной формулы) – гидрохлорид аланина. Поскольку **B** не содержит ни натрия, ни хлора, то это сам аланин (это можно также получить из расчета). Аланин, выделенный из любого животного, может быть только L-конфигурации (бактерии, которые иногда содержат D-аминокислоты, за животных не считаются).

**A** - Гидрохлорид аланина

**B** - Аланин (по номенклатуре, например: α-аминопропионовая кислота)

**C** - Натриевая соль аланина

Оптическая активность возникает вследствие наличия асимметрического атома углерода. Природный изомер – L (S).

2. Газ с молярной массой 20 г/моль существует только один – это **HF** (можно, конечно, предложить еще **NHD<sub>2</sub>**, но это слишком хитро). Итак, **A** – некий фторид (предположительно металла, так как он твердый). Пусть **A** имеет формулу вида **M<sub>x</sub>F<sub>y</sub>**, тогда молярная масса металла равна:

$M(M) = (y \times M(F) / \omega(F) - y \times M(F)) / x$ . Перебором целых чисел  $x$  и  $y$  находим единственное решение  $M=Ca$ . Однако, **CaF<sub>2</sub>** не растворим в воде. Дело в том, что фтор образует еще один класс солей – гидрофториды – соли с анионом **HF<sub>2</sub><sup>-</sup>**, который за счет гидролиза в воде образует кислую среду раствора. Учитывая этот анион, решение – **KHF<sub>2</sub>** ( $M(Ca)=M(K)+M(H)$ ).

Элемент **X** - F

Вещество **A** - KHF<sub>2</sub>

Раствор имеет кислую реакцию вследствие гидролиза аниона **HF<sub>2</sub><sup>-</sup>**.

3. Предположим, что **X** – ангидрид карбоновой кислоты (другие предположения для большинства школьников не естественны). Общее уравнение гидролиза ангидридов карбоновых кислот:



Отметим, что в большинстве случаев (в школьной программе и на практике) **R=R'**, но это не обязательно. Из уравнения найдем молярную массу **X**:

$$M(X) = (1,000 / 0,02273) \times 2 = 88 \text{ г/моль.}$$

После вычитания молярной массы фрагмента **COOOC** остается:

$M(R+R')=16$ , что может соответствовать только **R=H** и **R'=CH<sub>3</sub>**. Таким образом, **X** – смешанный ангидрид муравьиной и уксусной кислоты. Один из кратчайших синтезов такой:





**X** -  $\text{HC(O)O(O)CCH}_3$  смешанный ангидрид муравьиной и уксусной кислоты

Синтез может быть любым разумным.

4. Белый осадок **E**, растворяющийся с выделением газа, скорее всего карбонат бария. Рассчитаем отсюда молярную массу **D**:

$$M(\mathbf{D}) = (1,00/2,05) \times M(\text{BaCO}_3) = 96 \text{ г/моль.}$$

Вероятно, что **D** – также некий карбонат (общая формула  $\text{MCO}_3$  или  $\text{M}_2\text{CO}_3$ ), а реакция, приводящая к выпадению осадка, есть реакция обмена. Найдем молярную массу **M**:

$$M(\mathbf{M}) = 96 - 12 - 3 \times 16 = 36 \text{ (для формулы } \text{MCO}_3\text{)} \text{ или } M(\mathbf{M}) = (96 - 12 - 3 \times 16) / 2 = 18 \text{ (для формулы } \text{M}_2\text{CO}_3\text{)}.$$

При  $M(\mathbf{M}) = 18$ ,  $\mathbf{M} = \text{NH}_4^+$  (это можно также заключить из того, что вещество **D** получается из взаимодействия двух газов и воды, поэтому оно вряд ли содержит металл. Одним из наиболее распространенных, не содержащих металл катионов, является  $\text{NH}_4^+$ ). Очевидно, что если  $\mathbf{D} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , то **A** и **B** это  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_3$  соответственно. Вещество **C** можно попытаться отгадать из его состава –  $\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_2$ . По аналогии с амидами карбоновых кислот, можно предложить формулу  $\text{H}_2\text{NCOONH}_4$  – карбамат аммония.

**A** -  $\text{CO}_2$

**B** -  $\text{NH}_3$

**C** -  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$

**D** -  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

**E** -  $\text{BaCO}_3$

5. Реакция с  $\text{I}_2/\text{NaOH}$  используется в органической химии практически только как качественная – иодоформная реакция, отсюда  $\mathbf{F} = \text{CHI}_3$  (он образуется в обеих реакциях). В результате этой реакции образуются натриевые соли карбоновых кислоты. При условии эквивалентности всех атомов водорода вещества **A** и **D** могут быть только ацетоном и ацетатом натрия соответственно. Если школьнику не известна реакция ацетона с магнием, можно воспользоваться следующим предположением. Пусть **E** – соль простейшей карбоновой кислоты, содержащей только один тип атомов водорода, но не ацетат и не формиат. Тогда это –  $(\text{CH}_3)_3\text{CCOONa}$ , а исходное соединение **C** – соответствующий метилкетон -  $(\text{CH}_3)_3\text{CCOCH}_3$ . Образование этого кетона под действием кислоты – широко известная pinaколиновая перегруппировка.

Таким образом, **B** – это pinaкон –  $(\text{CH}_3)_2\text{C(OH)-C(OH)(CH}_3)_2$ .

**A** - ацетон

**B** - pinaкон

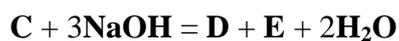
**C** - pinaколин

**D** - ацетат натрия

**E** - пивалоат натрия (натриевая соль триметилуксусной кислоты)

**F** - иодоформ

6. Запишем уравнения реакций, данные в задаче:



Исходя из имеющихся данных, составим систему уравнений:

$$\mathbf{M(D) + M(E) + 2 \times M(H_2O) - 3 \times M(NaOH) = 100}$$

$$\mathbf{M(D) - M(E) = 100}$$

Из решения этой системы получаем  $M(E)=42$ . Из всех солей натрия это может быть только NaF.

Масса аниона во второй соли равна:

$$100 + M(E) - 2 \times M(Na) = 96$$

Это хорошо известный анион –  $SO_4^{2-}$ . Итак **A** и **B** – это **HF** и **SO<sub>3</sub>**, **C** = **HSO<sub>3</sub>F**, а **D** и **E** – **NaF** и **Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**.

**A** и **B** - **SO<sub>3</sub>** и **HF**

**C** = **HSO<sub>3</sub>F**

**D** и **E** = **Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** и **NaF**