



Химия для школьников 7 – 11 класса (заочный тур) Решение задачи 8. Нанотехнологии в стоматологии

1. Заметим, что для соединения **A** сумма массовых долей приведенных элементов не равна 1, причем на остаток приходится 0.20%. Столь низкое массовое содержание наверняка связано с присутствием водорода, тогда:

$$\text{Ca} : \text{P} : \text{O} : \text{H} = \frac{39.89}{40.08} : \frac{18.51}{30.97} : \frac{41.40}{16.00} : \frac{0.20}{1.01} = 5 : 3 : 13 : 1.$$

Истинный состав **A** – $\text{Ca}_5\text{P}_3\text{O}_{13}\text{H}$ или $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ – это гидроксиапатит. Расчет показывает, что соотношение числа атомов кальция и фосфора в формульной единице **C** то же, что и для **A**. Следовательно, с учетом указания, что это родственная смешанная соль, ее состав можно представить в виде $(\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3)_a\text{An}$, где **An** – анион с зарядом a^- .

$M(\text{An}) = \left(\frac{40.08 \cdot 5}{0.3889} - 40.08 \cdot 5 - 94.97 \cdot 3 \right) \cdot a = 30.0 \cdot a$ (г/моль), что соответствует карбонату, тогда **C** – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$ (карбонатапатит).

Применяя аналогичные рассуждения к веществу **B** и производя соответствующие выкладки, получим, что в данном случае эквивалент нефосфатного аниона равен 19 г/моль. Учитывая биологическое значение **B**, речь идет о фторапатите $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$.

(по 1 баллу за соединение, всего 3 балла)

2. Плотность зубной пасты легко вычислить, имея в руках тюбик, ее содержащий, примерно, 1.25 г/мл. Тогда тюбик объемом 60 мл будет содержать 75 г пасты, которая в пределе может быть представлена только наночастицами соединения **A**. Тогда стоимость 1 г наночастиц может составлять по минимуму $(1000-100)/75 = 12$ рублей, что, конечно, является нереалистической оценкой ввиду незначительного содержания гидроксиапатита в зубной пасте, наценки производителя и т.д.
3. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

Молочная кислота, снижая pH в ротовой полости, ответственна за деградацию зубной эмали.

4. Мольное соотношение кислорода и хлора в соединении **E** – 1:2. Тогда молекулярную формулу соединения **E** можно записать как $\text{Z}_4(\text{OCl}_2)_n$, где n – степень окисления элемента Z. Отсюда:

$$M(\text{Z}) = \frac{(100 - 6,03 - 26,71) \cdot 16}{6,03 \cdot n} = 178,47 \cdot n^{-1}$$

Перебор возможных вариантов приводит к единственному ответу: неизвестный элемент – гафний, образующий соединение состава HfOCl_2 , которое при разложении образует оксид гафния (IV) HfO_2 (соединение **D**) и хлорид гафния (IV) (соединение **F**). Последний не подходит на роль **D**, так как он взаимодействует с водой.

(по 1 баллу за соединение, всего 3 балла)

5. Выбор оксида гафния был определен его потенциалом в качестве рентгеноконтрастного агента – известно, что из-за высокого атомного номера у гафния довольно большой коэффициент ослабления по отношению к рентгеновскому излучению, наиболее часто применяемому в диагностике стоматологических заболеваний.
6. В таком виде в статье представлена структура олигопептида, входящего в состав наночастиц для таргетирования их в отношении *Streptococcus mutans*, записанная при помощи однобуквенных обозначений аминокислот.