Лист ответа

колба № = _____

Результаты титрования: : $V_{м.к.}$= _____ ; $V_{пип.}$= _____ ; C(NaOH) = _____

Объемы ЭДТА (мл): V_1 =_____ ; V_2 = _____ ; V_3= _____ ;

Если результаты воспроизводимы дается полный балл. 10 б.

1. Напишите уравнения всех химических реакций, протекающие в ходе титрования (индикатор – $HInd^{2-}$; титрант - Na_2H_2Y).

$Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2H^+$
$Mg^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow MgY^{2-} + 2H^+$
$Ca^{2+} + MgY^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + Mg^{2+}$
$Mg^{2+} + HInd^{2-} \rightarrow MgInd^- + H^+$ **2 б**

$MgInd^- + HY^{3-} \rightarrow MgY^{2-} + HInd^{2-}$ или
$MgInd^- + H^+ + Y^{4-} \rightarrow MgY^{2-} + HInd^{2-}$ **2 б**

(*При титровании образца раствором ЭДТА ионы кальция, содержащиеся в образце, преимущественно связываются с ЭДТА, тогда как ионы магния образуют комплекс с индикатором. После того как все свободные ионы кальция и магния будут связаны ЭДТА, добавляемая далее ЭДТА вытесняет ионы магния из комплекса с индикатором эриохромом чёрным Т, восстанавливая его несвязанную синюю окраску.)

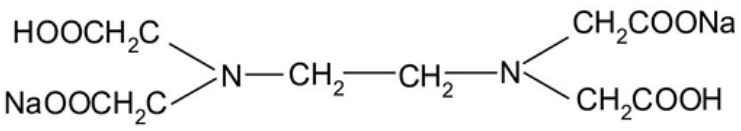
4 б.

---

2. Приведите графическую формулу ЭДТА. Наличие каких групп в комплексонах определяет их кислотные свойства и способность образовывать комплексы?

ЭДТА (комплексон III):

Комплексон III



2 б

Способность комплексонов образовывать комплексы с катионами металлов определяется наличием в их составе двух аминогрупп (двух атомов азота). **1 б**

3 б.

3. Объясните, почему при титровании общей жёсткости воды используется буферный раствор с pH = 10.

Буферный раствор с pH = 10 используется при титровании общей жёсткости воды для обеспечения точного комплексообразования и чёткой фиксации конечной точки. При pH ≈ 10 ЭДТА преимущественно находится в полностью депротонированной форме (Y^{4-}), которая образует наиболее устойчивые комплексы с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+}, обеспечивая их полное и стехиометрическое связывание.

В то же время металлохромный индикатор эриохром чёрный Т при данном значении pH существует в форме, способной связывать ионы Mg^{2+} и обеспечивать отчётливое изменение окраски в точке эквивалентности (от винно-красной к синей).

2 б.

4. ЭДТА и другие хелатообразующие агенты входят в состав многих продуктов, таких как шампуни, мыло, чистящие средства, продукты растительного происхождения, салатные заправки, консервированные продукты и др. **Выберите один из таких** продуктов и объясните функцию ЭДТА в его составе.

В составе шампуней ЭДТА используется как хелатообразующий (комплексообразующий) агент. Его основная функция заключается в связывании ионов металлов, таких как Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+} и Cu^{2+}, которые могут присутствовать в водопроводной воде или в исходных компонентах продукта.

Связывая эти ионы, ЭДТА:

- предотвращает снижение эффективности поверхностно-активных веществ в жёсткой воде;
- улучшает пенообразование и моющие свойства шампуня;
- предотвращает образование нерастворимых осадков и налёта на волосах;
- повышает стабильность состава и срок хранения продукта, предотвращая изменение цвета и запаха.

Принимаются все обоснованные ответы.

2 б.

5. Приведите уравнение для константы устойчивости (β_{MY}) комплексоната металла (для Mg^{2+} или Ca^{2+});

$Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2H^+$

$CaY^{2-} \rightarrow Ca^{2+} + Y^{4-}$

$$\beta_{CaY^{2-}} = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}][Y^{4-}]}$$ или

$Mg^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow MgY^{2-} + 2H^+$

$MgY^{2-} \rightarrow Mg^{2+} + Y^{4-}$ **2 б**

$$\beta_{MgY^{2-}} = \frac{[MgY^{2-}]}{[Mg^{2+}][Y^{4-}]}$$ **2 б**

4 б

5. Рассчитайте общую жесткость воды в анализируемом образце. Сделайте вывод по полученным результатам.

Ж, ммоль-экв/л = $\frac{C_{ЭДТА} * V_{ЭДТА} * 1000}{V_{обр}}$

Величина жёсткости может изменяться в широких пределах и определяется источником воды. При жесткости до 4 ммоль-экв/л вода считается мягкой, от 4 до 8 ммоль-экв/л – средней жесткости, от 8 до 12 ммоль-экв/л – жесткой, более 12 – очень жесткой.

Если ответ имеет вывод по полученным результатам – дается полный балл.

5 б.