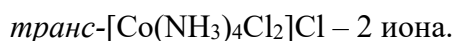


Решения практического тура

10 КЛАСС

- 1) Молярная электропроводность водных растворов соединений зависит от степени их диссоциации. Комплексные соединения, содержащие внешнесферные ионы, практически полностью диссоциируют в водном растворе. Запишем возможные координационные формулы для соединений состава " $\text{CoCl}_3 \cdot x\text{NH}_3$ " ($x \geq 4$) и укажем количество образующихся ионов при их диссоциации:



Таким образом, учитывая изменение молярных электропроводностей соединений **A** – **Г** (**A** > **B** > **B** $\approx$ **Г**), можно сделать вывод:



- 2) Уравнение реакции диссоциации, происходящей при растворении соединения **A** в воде:

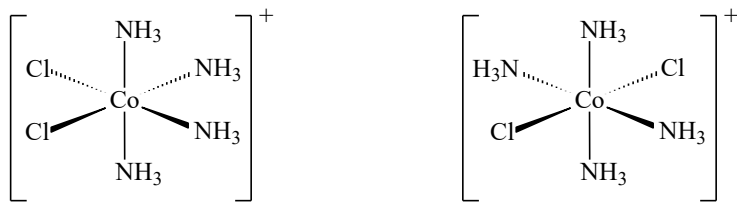


- 3) Уравнение реакции получения соединения **B** при взаимодействии раствора CoCl_2 с избытком концентрированного водного раствора аммиака в присутствии NH_4Cl , постепенно добавляя избыток пероксида водорода:

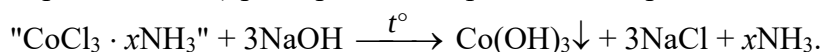


- 4) Получение гексаамминокомплекса $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ проводят в присутствии активированного угля, выполняющего роль катализатора.

- 5) Молярная электропроводность соединений **B** и **Г** в водном растворе примерно одинаковая, поскольку они являются геометрическими изомерами (*цис*- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ и *транс*- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$) и диссоциируют с образованием одинакового числа ионов. Структурные формулы комплексных частиц, входящих в состав соединений **B** и **Г**:



- 6) Уравнение реакции разрушения амминокомплексов состава " $\text{CoCl}_3 \cdot x\text{NH}_3$ " ($x \geq 4$) при кипячении с раствором щелочи (предварительно проведенная пробоподготовка):



7) На портрете слева изображен Карл Мор, а справа – Альфред Вернер.



8) Уравнения реакций, лежащих в основе аргентометрического определения хлорид-ионов в присутствии хромат-ионов в качестве "индикатора":



9) Выведем формулу, руководствуясь которой можно рассчитать значение " x ", связывающую массу хлорид-ионов в выданной пробе (" $m(\text{Cl}^-)$ в пробе") и массу навески (" $m(\text{KC})$ навески") исходного комплексного соединения " $\text{CoCl}_3 \cdot x\text{NH}_3$ ".

$$\omega(\text{Cl}) = \frac{m(\text{Cl}^-)_{\text{в пробе}}}{m(\text{KC})_{\text{навески}}} = \frac{3M_r(\text{Cl})}{M_r(\text{"CoCl}_3\text{"}) + M_r(\text{NH}_3) \cdot x}$$

$$\omega(\text{Cl}) \cdot M_r(\text{"CoCl}_3\text{"}) + \omega(\text{Cl}) \cdot M_r(\text{NH}_3) \cdot x = 3M_r(\text{Cl})$$

$$x = \frac{3M_r(\text{Cl}) - \omega(\text{Cl}) \cdot M_r(\text{"CoCl}_3\text{"})}{\omega(\text{Cl}) \cdot M_r(\text{NH}_3)}$$

Откуда
$$x = \frac{3M_r(\text{Cl})}{M_r(\text{NH}_3)} \cdot \frac{m(\text{KC})_{\text{навески}}}{m(\text{Cl}^-)_{\text{в пробе}}} - \frac{M_r(\text{"CoCl}_3\text{"})}{M_r(\text{NH}_3)}.$$

Формула для расчета концентрации нитрата серебра по результатам титрования

По сходящимся результатам титрования (объемы которых отличаются не более чем на 0,10 мл) рассчитывают (с точностью до четырех значащих цифр) среднее значение объема $V_{1 \text{ средн.}}(\text{AgNO}_3)$. Среднюю концентрацию нитрата серебра (с точностью до четырех значащих цифр) рассчитывают по следующей формуле:

$$C_{\text{средн.}}(\text{AgNO}_3) = \frac{0,02000 \cdot 20,00}{V_{1 \text{ средн.}}(\text{AgNO}_3)}.$$

Формула для расчета массы хлорид-ионов в выданной пробе по результатам титрования

По сходящимся результатам титрования (объемы которых отличаются не более чем на 0,10 мл) рассчитывают (с точностью до четырех значащих цифр) среднее значение объема $V_{2 \text{ средн.}}(\text{AgNO}_3)$. Массу хлорид-ионов в выданной пробе (с точностью до четырех значащих цифр) рассчитывают по приведенной ниже формуле:

$$m(\text{Cl}^-)_{\text{в пробе}} = \frac{C_{\text{средн.}}(\text{AgNO}_3) \cdot V_{2 \text{ средн.}}(\text{AgNO}_3) \cdot 250,0 \cdot 35,453}{20,00}.$$

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

- 1) Координационные формулы **А** и **Б** 2 б. × 2 = 4 балла
- 2) Уравнение реакции диссоциации **А** 2 балла
- 3) Уравнение реакции получения **Б** 2 балла
(если расставлены неверные коэффициенты, -1 балл)
- 4) Роль активированного угля при получении **А** 2 балла
- 5) Структурные формулы комплексных частиц, входящих в состав **В** и **Г** 2 б. × 2 = 4 балла
- 6) Уравнение реакции при пробоподготовке 2 балла
(если расставлены неверные коэффициенты, -1 балл)
- 7) Верное соотнесение портретов ученых 2 б. × 2 = 4 балла
- 8) Уравнения реакций **а** и **б** 2 б. × 2 = 4 балла
(если записаны уравнения реакций в "смешанной ионно-молекулярной форме", 0 баллов)
- 9) Верная формула для расчета **х** 2 балла

Верный расчет $C_{\text{средн.}}(\text{AgNO}_3)$ (Прав.-1) 2 балла
(безотносительно точности титрования)
если допущена арифметическая ошибка, -0,5 балла

Точность определения $V_{1 \text{ средн.}}(\text{AgNO}_3)$ (Точн.-1) макс. 20 баллов

Точность титрования при стандартизации раствора AgNO_3 оценивается, исходя из разницы объемов $\Delta V_1 = V_{\text{ожидаемый}}(\text{AgNO}_3) - V_{1 \text{ средн.}}(\text{AgNO}_3)$.

Для расчета набранных участником баллов за этот пункт сначала вычисляют относительную погрешность (S_{r1}) в % с точностью до четырех значащих цифр:

$$S_{r1} = \frac{|\Delta V_1|}{V_{\text{ожидаемый}}} \cdot 100 \%$$

Для определения баллов за этот пункт используют один из приведенных ниже алгоритмов, в зависимости от полученного значения S_{r1} :

- если значение S_{r1} **менее (или равно) 1 %**, выставляют 20 баллов;
- если значение S_{r1} **более 1 %, но меньше 5 %**, баллы определяют по следующей формуле:

$$\text{Баллы} = \frac{5 - S_{r1}}{4} \cdot 20 \quad (\text{полученные баллы округляют до десятых долей});$$

- если значение S_{r1} **более (или равно) 5 %**, выставляют 0 баллов.

Верный расчет $m(\text{Cl}^-)$ в пробе (Прав.-2) 4 балла
(безотносительно точности титрования)

если допущена арифметическая ошибка, –0,5 балла;

если масса найдена не в пробе (250,0 мл), а в аликвоте (20,00 мл), –2 балла.

Точность определения $V_{2 \text{ средн. (AgNO}_3\text{) (Точн.-2)}$ макс. 28 балла

Точность титрования выданной пробы оценивается, исходя из разницы объемов

$$\Delta V_2 = V_{\text{ожидаемый (AgNO}_3\text{)}} - V_{2 \text{ средн. (AgNO}_3\text{)}}.$$

Для расчета набранных участником баллов за этот пункт сначала вычисляют относительную погрешность (S_{r2}) в % с точностью до четырех значащих цифр:

$$S_{r2} = \frac{|\Delta V_2|}{V_{\text{ожидаемый}}} \cdot 100 \%$$

Для определения баллов за этот пункт используют один из приведенных ниже алгоритмов, в зависимости от полученного значения S_{r2} :

- если значение S_{r2} **менее (или равно) 1 %**, выставляют 28 баллов;
- если значение S_{r2} **более 1 %, но меньше 5 %**, баллы определяют по следующей формуле:

$$\text{Баллы} = \frac{5 - S_{r2}}{4} \cdot 28 \quad (\text{полученные баллы округляют до десятых долей});$$

- если значение S_{r2} **более (или равно) 5 %**, выставляют 0 баллов.

Повторная выдача реактива или посуды –5 баллов
(за каждый реактив и/или за каждую единицу посуды)

ВСЕГО ЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР 80 баллов