

Sahakyan Lida A.,

Yerevan State Medical University after M. Heratsi,

Professor, Doctor of Pedagogical Sciences,

Sargsyan Zhanna V.,

Assistant of the Department of Pharm Chemistry YSU

Graphical methods of solving chemical problems on topic: electrolysis of aqueous solutions of the electrolytes

Abstract: In modern taskbooks and USE exam collections various tests and tasks about electrolysis are included. However, among them the problems that would use variety of graphics are practically absent. Interdisciplinary connection makes possible to present individual tasks in the form of graphics, allowing students to present the essence of chemical processes in depth and in detail, as well as to reveal the patterns of chemical reactions on the basis of mathematical knowledge. The results of the International Chemistry Olympiads, as well as the practice of teaching chemistry in schools and universities show that our students have some difficulties in working with graphics: to construct and to obtain the necessary information. Our goal is to introduce graphical method to students and teachers illustrated by an example of different tasks on electrolysis.

Keywords: Electrolysis, interdisciplinary connections, chemical processes, graphical problems, the practice of teaching chemistry, patterns of chemical reactions, anode oxidation, and cathode reduction.

Лида Саакян,

*Ереванский государственный медицинский университет им. М. Гераци,
профессор, доктор педагогических наук, заведующий кафедрой химии,*

Жанна Саркисян,

*Ереванский гос. университет, кандидат химических наук,
доцент кафедры фармхимии*

Графический метод решения химических задач по теме: электролиз водных растворов электролитов

Аннотация: В современных задачниках и сборниках по ЕГЭ включены множество тестовых заданий и задач по электролизу. Однако среди них практически отсутствуют такие, в которых использовались бы различные графики. Межпредметные связи позволяют отдельные тестовые задания представить также в виде графиков, что дает возможность учащимся на основе математических знаний глубоко и подробно представить сущность химических процессов, закономерности протекания химических реакций. Результаты международных химических олимпиад, а также практика обучения химии в школе и в вузах показывают, что наши школьники и студенты фактически не умеют работать с графиками: строить их, получать из них необходимую информацию. Наша цель познакомить учащихся и учителей с разнообразными графическими заданиями по электролизу.

Ключевые слова: Электролиз, межпредметные связи, химические процессы, графические задания, практика обучения химии, закономерности протекания химических реакций, анодное окисление, катодное восстановление.

Обучение математики, химии, физики и биологии создает почву для применения полученных учащимися знаний, позволяет использовать межпредметные связи в реальной жизни, решением конкретных задач предвидеть пути использования этих знаний и предлагать варианты их практического применения. Исходя из этого, целесообразно обучение естественным предметам, в том числе и обучение химии, с уровня изучения теоретических вопросов перевести на другой, а именно на уровень выявления межпредметных связей и их практического применения. Не секрет, что создание и решение любой химической задачи базируется на знаниях математики, физики, иногда и биологии. Естественные предметы взаимосвязаны, дополняют друг друга, и часто бывает трудно определить истинные границы того или другого предмета. Целесообразно выделить сферы и возможности их применения. При обучении химии межпредметные связи можно выявлять при обсуждении различных тем, связывая изучаемый материал и с биологией, и с физикой, и с географией и т.д.

Например при рассмотрении темы “Электролитическая диссоциация” обязательно обсуждается возможность изменения электропроводности растворов в зависимости от характера, концентрации растворимого вещества-электролита, от степени диссоциации последнего. Более того, учащимся не только напоминают вышеуказанные закономерности, но иногда сами собирают эту установку, проверяют электропроводность растворов различных веществ, уточнив, таким образом, является ли электролитом рассматриваемое вещество или нет. С физикой интегрирована тема “электролиз”, имея ввиду электролиз как расплавов, так и водных растворов электролитов. По школьной программе тема “электролиз” предусмотренная для 9-го класса, достаточно интересна и сложна [2].

Хорошая подготовка учеников требует грамотной интерпретации процессов электролиза расплавов и водных растворов электролитов, правильного анализа электродных процессов, на основании которых в каждом отдельном случае представляются анодное окисление и катодное восстановление, исходя из чего и делают соответствующие выводы и расчеты.

Рассмотрим ход решения некоторых таких тестовых заданий.

Задание 1. Из приведенных кривых (рис. 1), которая соответствует изменению массы КОН в ходе электролиза водного раствора КОН с применением инертных электродов?

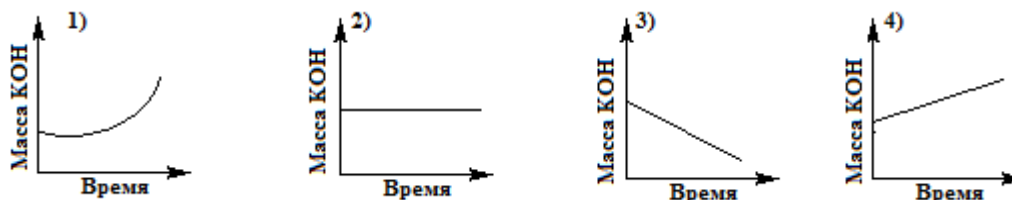
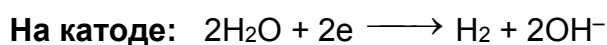
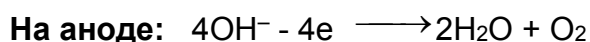


Рис. 1. Изменение массы КОН в зависимости от времени

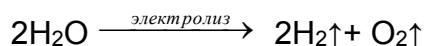
Ответ: Для выбора правильного ответа рассмотрим ход электролиза водного раствора КОН, учитывая теоретически обоснованные закономерности катодного восстановления и анодного окисления. Как известно, при электролизе водного раствора КОН (а также всех щелочей) с применением инертных электродов, на катоде происходит катодное восстановление молекул воды:



Одновременно на аноде происходит анодное окисление гидроксид ионов:



Суммарный процесс электролиза воды, можно представить следующей схемой:



Исходя из этой схемы очевидно, что на инертном аноде происходит выделение кислорода, а на катоде выделяется водород: Фактически масса раствора уменьшается за счет электролиза воды, а масса KOH в растворе не меняется и остается постоянной. После такого подробного анализа процесса электролиза водного раствора KOH с применением инертных электродов, весьма наглядно, что изменению массы гидроксида калия в зависимости от времени, из приведенных – соответствует вторая кривая.

Задание 2. Из приведенных кривых (рис. 2), которая соответствует изменению концентрации (моль/л) KOH в ходе электролиза его водного раствора (инертный анод).

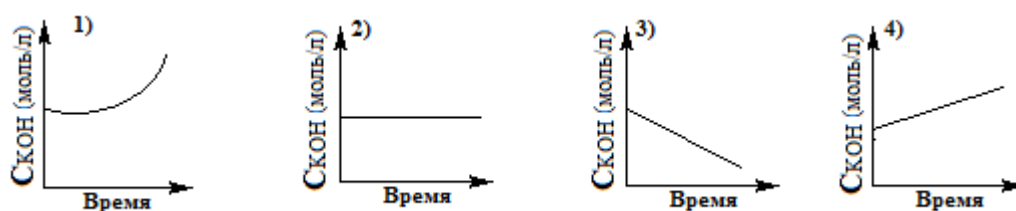
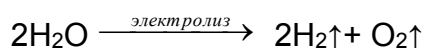


Рис. 2. Изменение концентрации KOH в зависимости от времени

Ответ: Как было показано при обсуждении задания 1, при электролизе водного раствора KOH с применением инертных электродов происходит электролиз воды, что можно представить следующей схемой:



Очевидно, что происходит разложение воды. Фактически масса KOH в растворе не меняется, а масса раствора уменьшается за счет разложения воды, вследствие чего массовая доля KOH в растворе увеличивается. Анализ процесса электролиза водного раствора KOH с применением инертных электродов, достоверно показывает, что изменению концентрации KOH в растворе из приведенных, соответствует кривая 4.

Задание 3. Из приведенных кривых (рис. 3), которая соответствует изменению массы CuCl_2 в ходе электролиза водного раствора CuCl_2 с применением инертных электродов?

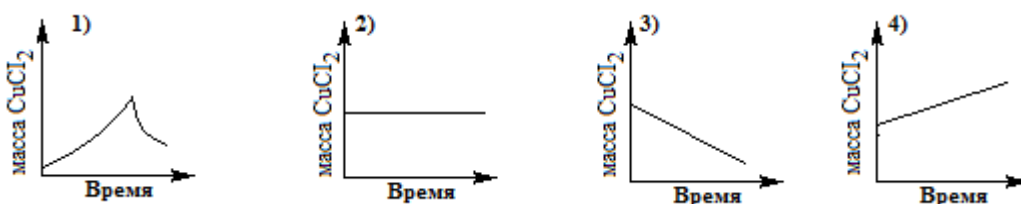
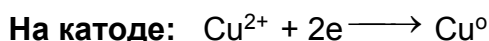


Рис. 3. Изменение массы CuCl_2 в зависимости от времени

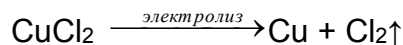
Ответ: Для выбора правильного ответа рассмотрим ход электролиза водного раствора CuCl_2 , учитывая теоретически обоснованные закономерности катодных и анодных процессов с применением инертных электродов. Исходя из этих закономерностей, при электролизе водного раствора CuCl_2 на инертном катоде происходит катодное восстановление Cu^{2+} -ионов:



Одновременно на инертном аноде происходит анодное окисление анионов бескислородной кислоты - хлорид ионов:



В результате этих двух электродных процессов происходит электролиз CuCl_2 - следующей схемой:



На инертном катоде выделяется медь, за счет чего масса катода увеличивается, а на аноде происходит выделение газообразного хлора. В растворе количество CuCl_2 , все время убывает. Подробный анализ процесса электролиза водного раствора CuCl_2 позволяет заключить, что изменению массы CuCl_2 , из приведенных кривых, соответствует кривая 3.

Задание 4. Из приведенных кривых, которая соответствует изменению массы катода в ходе электролиза водного раствора CuCl_2 с применением инертных электродов?

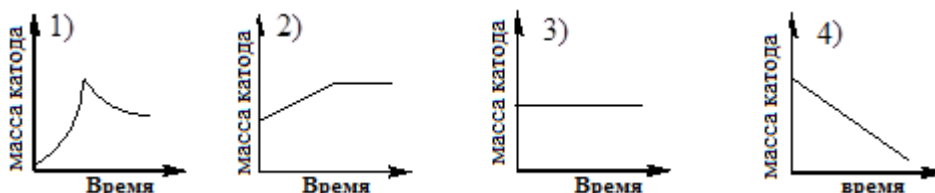
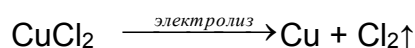


Рис. 4. Изменение массы катода в зависимости от времени

Процесс электролиза водного раствора CuCl_2 с применением инертных электродов уже рассмотрен при решении задания 3 и представлен схемой:



Как видно из схем катодных и анодных процессов с применением инертных электродов и суммарного уравнения процесса электролиза, на катоде происходит катодное восстановление Cu^{2+} -ионов: **(– К):** $\text{Cu}^{2+} + 2e \longrightarrow \text{Cu}^0$

Выделившиеся металлическая медь осаждается на катоде, за счет чего масса катода увеличивается, и это происходит до полного разложения рассмотренной соли. Следовательно, изменению массы катода при электролизе водного раствора CuCl_2 с применением инертных электродов из приведенных, соответствует **вторая кривая**.

Задание 5. Из приведенных кривых которая соответствует изменению массы вещества в растворе, образовавшегося при электролизе водного раствора CuSO_4 с применением инертных электродов?

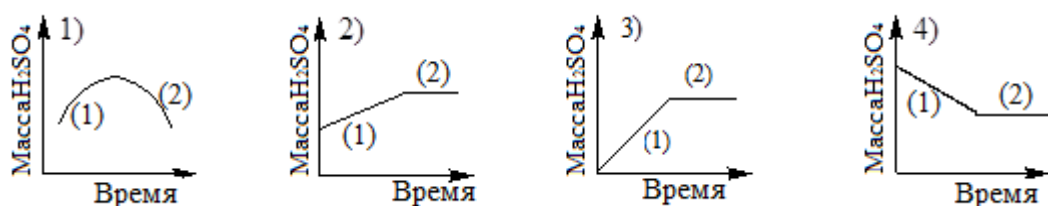
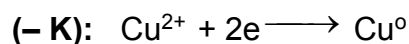


Рис. 4. Изменение массы H_2SO_4 в зависимости от времени

Ответ: Для выбора правильного ответа рассмотрим ход электролиза водного раствора CuSO_4 с применением инертных электродов. Исходя из известных закономерностей, при электролизе водного раствора CuSO_4 на катоде происходит катодное восстановление Cu^{2+} -ионов:



Однако, в отличие от предыдущего – в растворе имеются анионы кислородной кислоты, которые не участвуют в электродных процессах, а на инертном аноде происходит анодное окисление молекул воды:



Суммируя оба электродных процесса, получаем ионное уравнение электролиза водного раствора CuSO_4 :

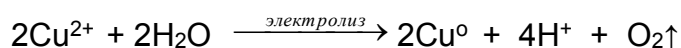
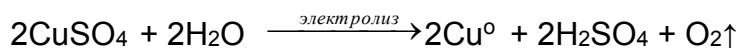


Схема электролиза водного раствора CuSO_4 в конечной форме:



Как видно из этой схемы, при электролизе водного раствора CuSO_4 в растворе образуется эквивалентное количество серной кислоты. Очевидно, что количество вновь образовавшегося в растворе серной кислоты при электролизе, синхронно увеличивается до полного разложения сульфата меди. В дальнейшем, после того, когда соль полностью подвергнется электролизу и в растворе останется только лишь серная кислота, при продолжении процесса происходит электролиз воды, а масса серной кислоты не меняется, что соответствует второй части (2) на кривой N 3. Из всего этого вытекает, что изменению массы вещества, образовавшегося в ходе электролиза водного раствора CuSO_4 из приведенных – соответствует **кривая 3**.

Задание 5.

Из приведенных кривых, которая соответствует изменению массы раствора при электролизе водного раствора K_2SO_4 с применением инертных электродов?

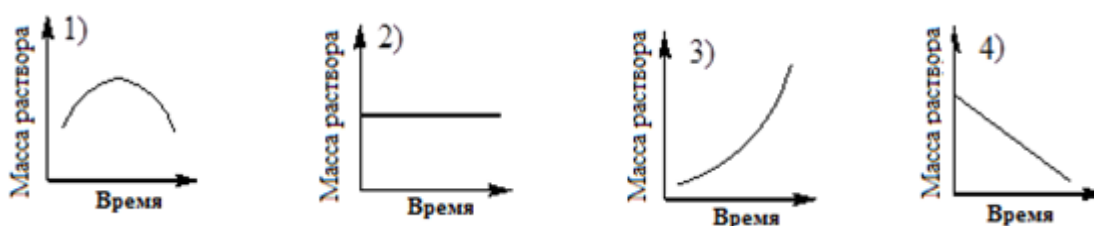
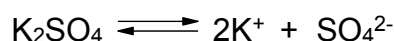


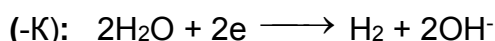
Рис. 5. Изменение массы раствора в зависимости от времени

Ответ:

В растворе K_2SO_4 практически полностью диссоциирована:



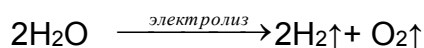
В растворе имеются K^+ и SO_4^{2-} -ионы, однако исходя из закономерностей электролиза, при наличии в растворе катионов щелочных металлов на катоде происходит катодное восстановление молекул воды:



Поскольку в растворе имеются анионы кислородной кислоты- сульфат ионы, которые не участвуют в электродных процессах, на инертном аноде происходит анодное окисление молекул воды:



В таких случаях, когда в катодных и анодных процессах участвуют только молекулы воды, происходит электролиз воды, что можно представить следующей схемой:



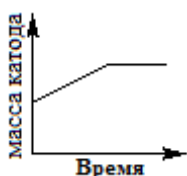
K^+ и SO_4^{2-} ионы не участвуют в электродных процессах и масса K_2SO_4 не меняется, масса всего раствора уменьшается из-за выделения газов, образовавшихся вследствие электролитического разложения воды. Следовательно, изменению массы раствора соответствует **четвертая кривая**.

Определенные трудности возникают особенно при решении задач по электролизу. При решении даже несложных задач по этой теме необходимо уметь правильно представить химизм происходящих процессов, составить схему электролиза, анализировать условия и найти логическую связь между этими данными. Однако в школьной практике, особенно при решении сложных задач, не всегда следят за формированием у учащихся навыков выявления различных вариантов решения задач. Часто эти решения имеют схематический характер, или учащиеся решают их по аналогии с уже решенными задачами не вникая в суть задания.

Образовательная технология требует проверка достижения цели. Для проверки эффективности графического метода решения задач применяли тестирование. Результаты показали, что графический метод решения задач является очень эффективным. 90 % учащихся получили положительные оценки.

Образец вопросника.

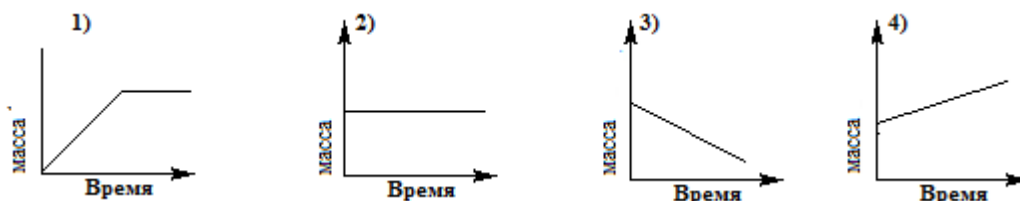
Задание 1. Электролиз раствора какой из следующих солей (инертные электроды) отображает зависимость изменение массы (г) катода от времени, представленного на следующем графике?



- 1) KNO_3 2) Na_3PO_4 3) $AgNO_3$ 4) $BaCl_2$

Задание 2. При электролизе (инертные электроды) водного раствора нитрата меди(II) какое вещество образуется в растворе и какой график

правильно отображает изменение массы этого вещества в зависимости от времени?



Задание 3. Представьте график зависимости изменения количества соли от времени в ходе электролиза водного раствора Na_2SO_4 с применением инертных электродов.

Задание 4. Электролизом водного раствора какой из следующих солей в промышленности получают гидроксид натрия (инертный анод)?

- 1) NaCN 2) NaNO_3 3) NaCl 4) Na_2SO_4

Задание 5. Электролиз водного раствора какой из следующих солей приводит к анодному окислению воды (инертный анод)?

- 1) NaBr 2) K_2SO_4 3) LiCl 4) Na_2S

Задание 6. CuCl_2 растворили в дважды дистиллированной воде и полученный раствор подвергли электролизу с инертным анодом. Представить график зависимости электропроводности полученного раствора от времени.

Задание 7. При электролизе водного раствора какой соли увеличения массы катода не происходит?

- 1) AgNO_3 2) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 3) KCl 4) FeCl_2

Список литературы:

1. Злотников Э. Графические тесты по химии «Первого сентября» - Главная страница журнала «Химия» - Содержание № 37/2004.
2. Лямин А. Н. Интегральные познавательные задания на уроках химии: Универсальные учебные действия школьника, учебно-методическое пособие, Scientific magazine «Kontsep», 2014, 115 с.
3. Л. Саакян, Ж. Саркисян Создание проблемных ситуации и их решение в процессе преподавания химии. Psychological Review, Issue 2016, 6(2), v.123: p. 941-950.
4. Саакян Л.А., Саркисян Ж. В. Новый подход к решению некоторых задач по химии. Educational Researcher, 2016, № 9(2), v. 45: p. 831-840.