

Перельгин Юрий Петрович, Зорькина Ольга Владимировна, Зуева Татьяна Владимировна
**К ВОПРОСУ О РАВНОВЕСИИ МЕЖДУ ОСАДКОМ ГИДРОКСИДА МЕТАЛЛА И РАСТВОРОМ,
СОДЕРЖАЩИМ ЛИГАНД**

В статье рассматривается равновесие между осадком гидроксида металла и раствором, содержащим лиганд.

Получено уравнение, подтвержденное экспериментально, которое позволяет определять относительную долю комплекса металла в растворе в зависимости от pH раствора, концентраций иона металла и лиганда.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/12-2/25.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 12 (67): в 2-х ч. Ч. II. С. 121-123. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/12-2/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

духовых инструментов в триольной или пунктирной ритмике возникают слуховые аллюзии на темы рока, судьбы - от К. Монтеверди до Л. Бетховена и даже до Д. Верди.

Последний балет «Агон» (1957) находится на повороте от неоклассического к додекафонному периоду творчества Стравинского. В музыке «Агона» есть эпизоды, созданные в веберновской манере со свойственными ей приемами преобразования серии. В этом сочинении проявляется связь творчества композитора с современным искусством.

Частое заимствование элементов музыки прошлых эпох, а также соединение этих элементов с музыкальным языком XX века, языком тональным, но весьма сложным, способствуют проявлению перспективы, с какой Стравинский наблюдает и по-своему отражает жизнь. Стилизация является для Стравинского средством создания той «дистанции» между произведением и слушателем, которая позволяет воспринимать замысел автора не только эмоционально, но и интеллектуально. Благодаря стилизации интеллектуальное начало играет в искусстве Стравинского не меньшую, а порой большую роль, чем эмоциональное.

Список литературы

1. Александр Бенуа размышляет / подгот. изд., вступит. статья и комментарии И. С. Зильберштейна и А. Н. Савинова. М.: Советский художник, 1968. 749 с.
2. Александр Николаевич Бенуа и Сергей Павлович Дягилев. Переписка (1893-1928) / сост. И. И. Выдрин. СПб.: Сад искусств, 2003. 128 с.
3. Бенуа А. Н. Мои воспоминания. М.: Наука, 1980. Т. 2. 744 с.
4. Борисовская Н. Лев Бакст. М.: Искусство, 1978. 119 с.
5. Друскин М. Игорь Стравинский. Личность, творчество, взгляды. Исследование. 2-е изд. Л.: Советский композитор, 1979. 232 с.
6. Ельшевская Г. Мир искусства. М.: Белый город, 2008. 48 с.
7. Журавлева Е. В. Константин Андреевич Сомов. М.: Искусство, 1980. 321 с.
8. Задерацкий В. Полифоническое мышление И. Стравинского. Исследование. 2-е изд. М.: Композитор, 2007. 278 с.
9. Рерих Н. К. Письма к А. Н. Бенуа. СПб.: Сердце, 1993. 40 с.
10. Савенко С. Мир Стравинского: монография. М.: Композитор, 2001. 328 с.
11. Смирнов В. Игорь Стравинский: учебное пособие. СПб.: Композитор, 2008. 80 с.
12. Стравинский И. Диалоги. Воспоминания, размышления, комментарии. Л.: Музыка, 1971. 414 с.
13. Стравинский И. Переписка с русскими корреспондентами. Материалы к биографии / сост., ред. и коммент. В. П. Варунц. М.: Композитор, 1998. Т. 1; 2000. Т. 2; 2003. Т. 3.
14. Стравинский И. Хроника моей жизни. М.: Композитор, 2005. 464 с.
15. Ярустовский Б. Игорь Стравинский. Л.: Музыка, 1982. 264 с.

УДК 546-36; 66.065.2

Химические науки

В статье рассматривается равновесие между осадком гидроксида металла и раствором, содержащим лиганд. Получено уравнение, подтвержденное экспериментально, которое позволяет определять относительную долю комплекса металла в растворе в зависимости от pH раствора, концентраций иона металла и лиганда.

Ключевые слова и фразы: гидроксид металла; равновесие; комплексное соединение; лиганд.

Юрий Петрович Перелыгин, д.т.н., профессор

Кафедра «Химия»

Пензенский государственный университет

rup@pnzgu.ru

Ольга Владимировна Зорькина, к.т.н., доцент

Кафедра химии и методики преподавания химии

Пензенский государственный университет

rup@pnzgu.ru

Татьяна Владимировна Зуева

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Пензенский государственный университет

rup@pnzgu.ru

К ВОПРОСУ О РАВНОВЕСИИ МЕЖДУ ОСАДКОМ ГИДРОКСИДА МЕТАЛЛА И РАСТВОРОМ, СОДЕРЖАЩИМ ЛИГАНД[©]

Равновесие между осадком, представляющим собой гидроксид металла, и раствором, содержащим лиганд, способным образовывать комплексное соединение с металлом, имеет место в гидроэлектрометаллургии [3], в аналитической химии [5] и при очистке сточных вод [2; 11].

Величины pH начала и конца осаждения гидроксидов приводятся в [7], или их можно рассчитать [10]. Однако, приведенные в [7] и рассчитанные [10] значения pH начала и конца осаждения гидроксидов

относятся к раствору, который не содержит лиганд, образующий с металлом комплексное соединение. В [8] получено уравнение для расчета относительной доли иона металла, перешедшего в гидроксокомплекс, в зависимости от pH раствора.

В [1; 12] приводятся уравнения для расчета равновесия в растворах, однако равновесие между осадком и раствором, содержащим лиганд, практически не рассматривается или рассматривается в незначительной степени. Это обстоятельство и послужило целью выполнения данной работы.

В растворе, содержащем лиганд (L^z) (где z - заряд лиганда), способный образовывать одно комплексное соединение с металлом $[M(L)_y^{(-yz+x)}]$, и осадок гидроксида металла $(M(OH)_x)$ устанавливаются два равновесия



которые описываются следующими уравнениями [2]:

$$PP = [M^{+x}][OH^-]^x \quad \text{и} \quad (1)$$

$$K = \frac{[M^{+x}][L^{-z}]^y}{[M(L)_y^{(-yz+x)}]}, \quad (2)$$

где PP - произведение растворимости, K - константа нестойкости комплексного соединения, y - координационное число комплексообразователя.

При равновесии концентрации иона металла $[M^{+x}]$ в растворе по реакциям (a) и (b) равны. Совместное решение данных уравнений относительно $[M(L)_y^{(-yz+x)}]$ с учетом $[OH^-] = \frac{K_e}{[H^+]}$ (K_e - ионное произведение воды) приводит к следующему уравнению:

$$[M(L)_y^{(-yz+x)}] = \frac{PP[L^{-z}]^y[H^+]^x}{(K_e)^x K}. \quad (3)$$

Концентрацию свободного лиганда можно определить из уравнения материального баланса лиганда:

$$c_L = [L^{-z}] + y[M(L)_y^{(-yz+x)}]$$

или с учетом уравнения (3)

$$[L^{-z}] + \frac{yPP[L^{-z}]^y[H^+]^x}{(K_e)^x K} = c_L \quad (4)$$

где c_L - общая концентрация лиганда в растворе.

Решение данного степенного уравнения для каждого конкретного случая при заданной концентрации ионов водорода $[H^+]$ с применением ПЭВМ не представляет больших трудностей.

Разделив левую и правую часть уравнения (3) на исходную концентрацию иона металла в растворе (c_m), а затем прологарифмировав, получим уравнение, которое позволяет определять относительную долю комплекса металла $\left(\beta = \frac{[M(L)_y^{(-yz+x)}]}{c_m} \right)$ в растворе в зависимости от pH раствора, концентраций иона металла и лиганда:

$$\lg \beta = \lg PP + y \lg [L^{-z}] - x pH - x \lg K_e - \lg K - \lg c_m, \quad (5)$$

из которого следует, что относительная доля комплекса металла в растворе при прочих равных условиях зависит от PP , возрастает с увеличением концентрации лиганда и уменьшением pH и исходной концентрации иона металла. Необходимо отметить, что данное уравнение соблюдается только при условии отсутствия влияния pH на состав лиганда, в растворе образуется комплекс одного вида, и исходная концентрация лиганда больше аналогичной концентрации иона металла.

Наиболее просто последнее уравнение решается относительно pH, если задавать величину β ($0 < \beta < 1$) при постоянной исходной концентрации иона металла и лиганда (c_m) в растворе.

Проверка правильности полученного уравнения производилась путем определения pH полного растворения гидроксидов меди и кадмия в растворе, содержащем аммиак. Выбор аммиака обусловлен тем фактом, что при значении pH более 9, он практически находится в растворе в виде молекулы [6]. Общая концентрация иона металла в растворе была равна 0,01, а аммиака 0,1 моль/л. Произведения растворимости гидроксидов меди и кадмия соответственно равны $5,6 \cdot 10^{-20}$ и $4,3 \cdot 10^{-15}$, а константы нестойкости их комплексов с аммиаком вида $[M(NH_3)_4^{+2}]$ $1,26 \cdot 10^{-13}$ и $4,2 \cdot 10^{-8}$ [4].

Как видно из таблицы, значения pH полного растворения осадков гидроксидов металлов, полученные экспериментально и путем расчета с использованием последнего уравнения, практически совпадают. При более высоких значениях pH ион металла находится в виде осадка - гидроксида, а при более низких величинах pH ион металла входит в состав комплекса.

Табл.

Ион металла	рН полного растворения гидроксида	
	эксперимент	расчет
медь	9,4	9,8
кадмий	9,3	9,5

Необходимо отметить, что в отсутствии лиганда гидроксиды меди и кадмия растворяются при более низком значении рН, а именно при рН менее 5,5 и 8,2 соответственно [4; 7; 10]. Для меди имеются два значения рН, при которых образуется осадок ее гидроксида в присутствии аммиака, первый при рН 6-7 [9], что обусловлено переходом аммиака в ион аммония, и второй, как видно из таблицы и [Там же], при рН более 9,4.

Таким образом, полученное уравнение (5) позволяет определить значение рН, при котором наступает полное растворение осадка гидроксида металла при наличии в растворе лиганда, способного образовывать с металлом комплексное соединение, и рассчитать относительную долю металла, находящегося в растворе и в осадке. Данное уравнение может быть использовано в гидроэлектрометаллургии, в аналитической химии и при очистке сточных вод при проведении соответствующих расчетов.

Список литературы

1. Булатов М. И. Расчёты равновесий в аналитической химии. Л.: Химия, 1984. 184 с.
2. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство. М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 1998. 302 с.
3. Вольдман Г. М., Зеликман А. Н. Теория гидрометаллургических процессов. М.: Metallurgia, 1993. 400 с.
4. Константы неорганических веществ: справочник / Р. А. Лидин, Л. Л. Андреева, В. А. Молочко; под ред. Р. А. Лидина. М.: Дрофа, 2006. 685 с.
5. Крешков А. П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Качественный анализ. М.: Химия, 1965. Т. 1. 472 с.
6. Лукиных Н. А., Липман Б. Л., Криштул В. П. Методы доочистки сточных вод. М.: Стройиздат, 1978. 156 с.
7. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1965. 390 с.
8. Перелыгин Ю. П. Расчет относительной доли иона металла, перешедшего в гидроксокомплекс, в зависимости от рН раствора // Журнал прикладной химии. 2011. Т. 84. № 6. С. 1053-1054.
9. Перелыгин Ю. П., Зуева Т. В. Расчет оптимального значения рН осаждения ионов меди в виде гидроксидов при утилизации отработанных медно-аммиачных растворов травления печатных плат // Гальванотехника и обработка поверхности. 2012. № 2. С. 50-52.
10. Перелыгин Ю. П., Рашевская И. В. О термине «рН начала осаждения гидроксидов тяжелых металлов» // Журнал прикладной химии. 2006. Т. 79. № 3. С. 501-502.
11. Проскуряков В. А., Шмидт Л. И. Очистка сточных вод в химической промышленности. Л.: Химия, 1977. 464 с.
12. Химическое равновесие: учебное пособие / В. А. Михайлов, О. В. Сорокина, Е. В. Савинкина, М. Н. Давыдова; под ред. А. Ю. Цивадзе. М., 2008. 197 с.

УДК 510.6:683.3

Экономические науки

Статья рассматривает влияние на объем экономической оболочки таких переменных как время, прибыль компаний и различные переменные, влияющие на прибыль. Представленные таблицы и построенные 3D-графики дают наглядное представление, как рассматриваемые переменные и их комбинации влияют на рост объема экономической оболочки. При этом значения рассматриваемых переменных могут увеличиваться, быть постоянными и уменьшаться.

Ключевые слова и фразы: валовой внутренний продукт; переменные, влияющие на объем экономической оболочки; 3D-графики.

Эдуард Анатольевич Пиль, д. техн. н., профессор
Кафедра информатики и информационной безопасности
Петербургский государственный университет путей сообщения
epyle@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ОБОЛОЧКУ СТРАНЫ[©]

Ранее автор, на основе проведенного анализа, показал влияние закономерности роста численности населения на ВВП стран G7 в виде двухмерных графиков [1; 2]. В данной статье предложены трехмерные зависимости расчетных значений объема экономической оболочки V_e от следующих трех переменных: