

го количества кислоты, необходимо определить щелочность в исходном растворе.

При анализе смеси редкоземельных элементов в качестве критерия для определения природы смеси используют её средний атомный вес. Для определения этой величины используют способ осаждения оксалатов в параллельных образцах. Один из осадков титруют перманганатом, а другой прокальвает до окиси. На основании полученных таким образом данных можно вычислить вес смеси редкоземельных элементов, связанной определённой навеской щавелевой кислоты, а отсюда определить средний атомный вес анализируемой смеси. Этот способ упрощают, пропуская раствор смесей редкоземельных элементов через Н-катионит, и титруют выделившуюся кислоту. Катионит затем прокальвают для получения остатка редкоземельных элементов. Средний атомный вес можно вычислить, как и по прежнему методу, по результатам титрования и весу окислов.

Во многих аналитических лабораториях, где проводятся анализы хлоридов калия и натрия, расходуется большое количество ценных реактивов: нитрата серебра, платина хлористоводородной кислоты и уранил ацетата. Установлено, что хромат и хлорид серебра, образующегося при титровании по Мору, можно регенерировать, пропуская смесь после титрования через Н-катионит. Осадок растворяется, серебро остаётся на ионите и может быть удалено в форме нитрата следующим вымыванием при помощи нитрата кальция. Растворенный осадок хлороплатината калия и избытка платинохлористоводородной кислоты, полученный при количественном определении калия, может быть поглощен С1-анионитом с последующей десорбции соляной кислотой. Избыток соляной кислоты удаляют концентрированием и выпариванием. Ион уранила в растворах уранила и осадках, образующихся при определении натрия, можно регенерировать адсорбцией на катионите с последующим выпариванием уксусной кислотой в виде уранилацетата [5].

Таким образом, иониты используют во многих областях аналитической химии и с их помощью облегчаются процессы извлечения ионов.

Список литературы

1. Кириленко В.А., Паршаков Н.М., Боровская Л.В. Органические и неорганические иониты // Материалы XIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018025505>.
2. Смирнова Е.Е., Кисель А.В. Ионнообменная хроматография. Общие сведения и понятия // Вестник науки. 2019. № 3(12). С. 80-89.
3. Ганев А.А., Зенкевич И.Г., Карцова Л.А., Москвин Л.Н., Родинков О.В. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Учебник / Под ред. Л.Н. Москвина. СПб.: Издательство «Лань», 2019. 332 с.
4. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Лейкин. 3-е изд. (эл.). Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 416 с.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,

2015. (Учебник для высшей школы). Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10».

5. Куинн Р. Майерс Р. Ионнообменные смолы. [Текст] / Пер. с англ. А.Л. Козловского; Под ред. проф. Г.С. Петрова. Москва: Изд-во «Иностранная литература», 2012. 218 с.

УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НАНОИОНИТОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МЕТОДАХ АНАЛИЗА (ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ)

Кириленко В.А.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», Краснодар,
e-mail: kirilenko1408@gmail.com

В данной работе рассматриваются понятия «иониты», «ионный обмен», виды ионитов и их характерные размеры. Рассказывается значимость явления ионного обмена в науке. Обращаем внимание на то, что ученые обнаружили новую разновидность ионитов – наноиониты, обладающие уникальными свойствами, используемыми в аналитической химии. Важным свойством наноразмерных частиц является наличие двойственной природы. В результате наноиониты являются одновременно гиперзаряженными ионами и сорбентами. Подробно изучено их строение, учитывающее ионную природу. Описывается применение наноионитов в инновационных методах анализа на основании исследований ученых ГЕОХИ РАН под руководством Долгоносова А.М. и ученых СПбГУ под руководством Карцовой Л.А.

Ионнообменная сорбция, или гетерогенный ионный обмен, представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердой фазой, обладающей способностью обменивать ионы, содержащей в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. Явление ионного обмена, широко распространенное в живой и неживой природе, успешно используется во всех областях науки и производства. [1] Ионнообменные процессы широко используются в мире в гидрометаллургии, пищевой промышленности, биотехнологии, и важную роль они играют в современной аналитической химии: для разделения смесей ионов, концентрирования микроэлементов из чрезвычайно разбавленных растворов, в процессах получения и очистки растворов, реактивов, воды. [2] Эти процессы осуществляются с использованием ионитов – твердых нерастворимых высокомолекулярных веществ, частиц размером около 0,2-1,0 мкм, способных вступать в реакции ионного обмена, диссоциации и адсорбции, благодаря наличию в них специальных (ионогенных) функциональных групп, заряженных отрицательно для катионитов и положительно для анионитов. В аналитической химии в колонках для ионной хроматографии используются иониты размером порядка 10 мкм. [3]

В настоящее время разрабатывается перспективное направление науки – применение

наноразмерных частиц-сорбентов, или наноионитов, в физико-химических методах анализа. Эти частицы благодаря своим размерам (10-100 нм; у частиц несферической формы – до 200 нм) обладают дуализмом (сочетанием) свойств твердых сорбентов (характерных и для макроионитов) и гиперзаряженных ионов (уникальных свойств наноионитов). В результате происходят ионообменные процессы не только на поверхности наноионитов, но и с самими наноионитами в качестве ионов, что дает возможность поглощаться обычными ионитами (появление нанокомпозита); при этом поглощенные наноиониты не препятствуют ионному обмену на макроионите. Количественным параметром, выражающим ионную природу частицы, является относительный поверхностный заряд (ОПЗ), определяющийся отношением реального заряда частицы к полному заряду. Полный заряд вычисляется как сумма зарядов всех функциональных групп, реальный заряд зависит от полноты диссоциации этих групп на поверхности частицы. Распределение фиксированных ионов и, следовательно, противоионов приводит к возникновению нескомпенсированного заряда, что и превращает частицу в ион. Как правило, к наноионитам относятся частицы, у которых ОПЗ колеблется от 5 до 50%; выше этого диапазона находятся ионы, ниже – обычные иониты. Также уникальными свойствами наноионитов являются способность образовывать устойчивые коллоидные системы (суспензии), проходить сквозь мембраны; возможность управления их движения из-за высокой плотности поверхностного заряда и малой массы. [3]

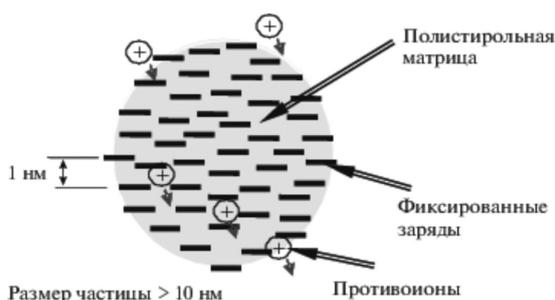


Рис. 1. Структура, которое учитывает ионную природу наноионита

Во многом области применения наноионита совпадают с уже освоенными методами: ионной хроматографии, технологией глубокой очистки и концентрирования растворов, получения деминерализованной воды. В то же время наноиониты внедряются в инновационные методы анализа: капиллярную электрохроматографию, атомно-эмиссионную спектрометрию, люминесцентный анализ. Рассмотрим применение наноионитов на основании исследований уче-

ных ГЕОХИ РАН под руководством Долгоносова А.М. и ученых СПбГУ под руководством Карцовой Л.А.

Благодаря высокой удельной поверхности наноиониты используют для определения неорганических и органических анионов. Известный метод капиллярного электрофореза основан на электромиграции заряженных частиц (их электрокинетических подвижностях) сложной смеси в растворе электролита внутри кварцевого капилляра за счет подачи напряжения на концах капилляра. В результате анализируемая смесь разделяется на компоненты. Для разделения изомерных соединений или компонентов с близкими подвижностями проводят сочетание ионной хроматографии и капиллярного электрофореза – метод капиллярной электрохроматографии. Для этого в фоновый электролит добавляют суспензию высокоосновного наноионита, вызывающего ионный обмен между противоионами электролита и разделяемыми анионами. Также образование покрытия наноионитом (модифицирование) стенок кварцевого капилляра приводит к обращению электроосмотического потока (ЭОП) – тока жидкости в капилляре, образующегося вследствие наличия поверхностного заряда наночастиц на стенке. Используя значительно меньшие концентрации наноионита (0,05 мМ; для модифицирования стенок капилляра – 0,01 мМ) по сравнению с другими полимерами (например, 1,65 мМ цетилтриметиламмоний бромид), можно достичь наибольшей эффективности и селективности разделения. Для снижения пределов обнаружения, например, бромат-аниона с 80 до 8 нг/мл используют стэкинг (ввод анализируемого раствора под давлением) и электростэкинг (ввод анализируемого раствора под напряжением). [4, 5]

Также нашли применение наноиониты в атомно-эмиссионном спектральном анализе растворов – методе анализа, основанном на возбуждении излучения атомов и ионов в газовой фазе (плазме – ионизированном инертном газе) и изучении спектров испускания. В данном случае наноионит готовят в виде гидрозоля и используют в качестве органической присадки, вводимой в анализируемый раствор перед распылением в плазму. Эта присадка предназначена для повышения чувствительности атомно-эмиссионной спектроскопии путем усиления сигнала. В отличие от обычных органических веществ (метанол, фенилаланин), вызывающие так называемый «углеродный усиленный эффект» при значительных количествах вещества (до 10%), гидрозоль наноионита позволяет усилить сигнал при использовании малых количеств. Это явление связано с эффектом усиления эмиссии при перераспределении между фазами растворами и концентрирующего наноионита. [6]

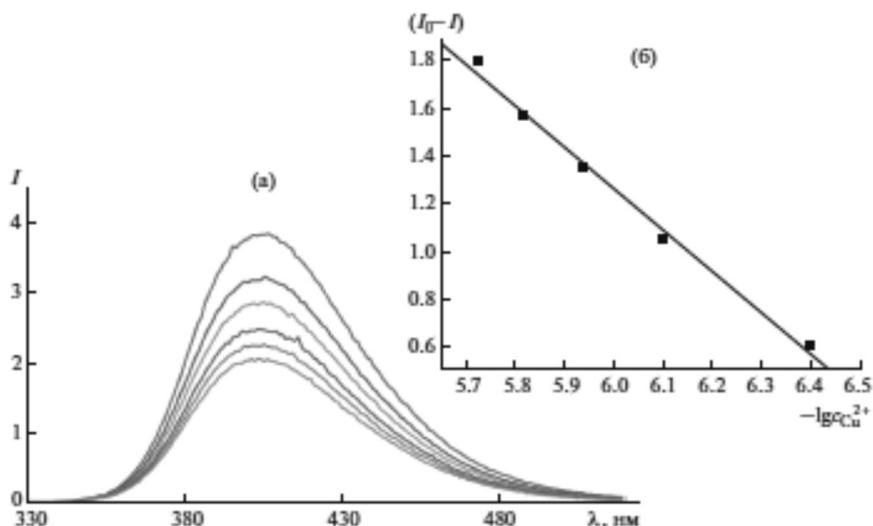


Рис. 2. Спектры люминесценции наноионита в форме сульфосалицилата с добавками меди (а) и градуировочный график (б)

Сильно разбавленные растворы наноионитов обладают свойством фотолюминесценции (свечения под действием электромагнитного излучения частиц). Наибольшая величина сигнала соответствует наноиониту в чистом состоянии, а при взаимодействии с веществами, которые содержат атомы переходных металлов, люминесценция ослабевает, т.к. наноиониты способны концентрировать такие ионы. Это позволяет определить содержание тяжелых металлов с достаточной чувствительностью. Аналитическим сигналом люминесцентного метода является разность между максимумами сигнала чистой воды и пробы воды с металлом. Этот метод применяется для анализа сточных вод. [7]

Таким образом, применение наноионитов являются ключевым направлением в методах анализа благодаря их двойственной природе.

Список литературы

1. Кириленко В.А., Паршаков Н.М., Боровская Л.В. Органические и неорганические иониты // Материалы МСНК «Студенческий научный форум 2021». 2021. № 8. С. 94-97; URL: <https://publish2020.scienceforum.ru/ru/article/view?id=468>.
2. Кириленко В.А., Паршаков Н.М., Гузик Т.В. Применение ионитов в аналитической химии // Материалы XIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018028248>.
3. Долгоносов А.М., Хамизов Р.Х., Колотилина Н.К. Нано-ионообменники новый класс реактивных материалов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2018. Т. 18, № 6. С. 794–809.
4. Дзема Д.В., Карцова Л.А., Поликарпова Д.А. Применение высокоосновного наноионита в капиллярном электрофорезе для разделения и концентрирования неорганических анионов // Аналитика и контроль. 2017. Т. 21, № 1. С. 41-48.
5. Макеева Д.В., Карцова Л.А., Поликарпова Д.А. Наноразмерные иониты – стационарные фазы для капиллярной электрохроматографии // Аналитика и контроль. 2018. Т. 22, № 3. С. 273-283

6. Долгоносов А.М., Хамизов Р.Х., Колотилина Н.К., Фокина О.В. Способ атомно-эмиссионного анализа растворов // Патент РФ № 0002706720. Патентообладатель ФГБУ науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции «ГЕОХИ РАН». 2019.

7. Долгоносов А.М., Хамизов Р.Х., Колотилина Н.К. Наноиониты – модификаторы хроматографических фаз и источники аналитического сигнала // Журнал аналитической химии. 2019. Т. 74. № 4. С. 285–296.

СТАБИЛИЗАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ

Машкин Е.С., Хоружий К.И., Шатохина Е.М.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар,
e-mail: ginseng_20@mail.ru

Эмульсия – это смесь двух или более жидкостей, которые обычно не смешиваются друг с другом. С термодинамической точки зрения эмульсия является неустойчивой системой, поскольку существует естественная тенденция для системы жидкость-жидкость разделять и уменьшать свою межфазную энергию. Стабильность эмульсии можно определить как способность системы противостоять изменениям ее физико-химических свойств с течением времени.

Эмульсия – это коллоидная дисперсная система двух несмешивающихся жидкостей, таких как масло и вода, в которой одна жидкость диспергирована в другой.

Существует два типа простых эмульсионных систем: эмульсии типа «масло в воде» (М/В) и эмульсии «вода в масле» (В/М).

«Масло» – это общий термин, часто используемый для органических жидкостей, обычно углеводородов, а «вода» – это термин, используемый для водной фазы.