



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011144136/15, 31.10.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.10.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.10.2011

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2013 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 10.09.2013 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Феррицианид. Найдено из Интернет 15.01.2013 <URL: <http://omop.su/article/11/781560.html>>. Беляева Т.В. Аналитическая химия. Ч.2. Физико-химические методы анализа: Методические указания к выполнению лабораторных работ. - СПб., СЗТУ, 2002, 100 с., работа №2. RU 2298171 C1, 27.04.2007. RU 2312338 C1, 10.12.2007. RU 2416791 C1, 20.04.2011.

Адрес для переписки:

675000, Амурская обл., г.Благовещенск, ул.  
Горького, 95, ГБОУ ВПО АГМА  
Минздравсоцразвития РФ

(72) Автор(ы):

**Бородин Евгений Александрович (RU),  
Рощина Елена Александровна (RU),  
Штарберг Михаил Анатольевич (RU),  
Голохваст Кирилл Сергеевич (RU),  
Кушнарев Владимир Андреевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "АМУРСКАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ  
АКАДЕМИЯ"  
МИНЗДРАВСОЦРАЗВИТИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (RU)**

**(54) СПОСОБ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА**

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к области аналитической химии и описывает способ количественного определения ионов железа (II) фотоэлектроколориметрическим методом, причем используют цветную реакцию этих ионов с феррицианидом калия, при этом к 1 мл образца раствора, содержащего ионы железа (II), добавляют 2 мл 3 мМ раствора феррицианида калия, перемешивают, переносят в кювету спектрофотометра, измеряют оптическую плотность при 693 нм и по

калибровочному графику рассчитывают содержание ионов железа (II) в анализируемом образце, используя для построения калибровочного графика приготавливаемый ex tempore 2,55 мМ водный раствор соли железа (II), например соли Мора (двойной сульфат железа (II) и аммония) -  $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (1 мг/мл), и строя калибровочный график в интервале 1-10 мкг ионов железа (II). Способ прост в осуществлении, специфичен для ионов железа (II) и высокочувствителен. 1 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011144136/15, 31.10.2011**(24) Effective date for property rights:  
**31.10.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **31.10.2011**(43) Application published: **10.05.2013 Bull. 13**(45) Date of publication: **10.09.2013 Bull. 25**

Mail address:

**675000, Amurskaja obl., g.Blagoveshchensk, ul.  
Gor'kogo, 95, GBOU VPO AGMA  
Minzdravsotsrazvitija RF**

(72) Inventor(s):

**Borodin Evgenij Aleksandrovich (RU),  
Roshchina Elena Aleksandrovna (RU),  
Shtarberg Mikhail Anatol'evich (RU),  
Golokhvast Kirill Sergeevich (RU),  
Kushnarev Vladimir Andreevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOSUDARSTVENNOE BJuDZhETNOE  
OBRAZOVATEL'NOE UChREZhDENIE  
VYSShEGO PROFESSIONAL'NOGO  
OBRAZOVANIJa "AMURSKAJa  
GOSUDARSTVENNAJa MEDITsINSKAJa  
AKADEMIJa" MINZDRAVSOTsRAZVITIJa  
ROSSIJSKOJ FEDERATsII (RU)**

(54) **METHOD FOR QUANTITATIVE DETERMINATION OF IRON IONS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to analytical chemistry and describes a method for quantitative determination of iron (II) ions by photoelectric colorimetry, wherein colour reaction of said ions with potassium ferricyanide is employed, wherein 1 ml of a sample containing iron (II) ions is mixed with 2 ml of 3 mM potassium ferricyanide solution, stirred, transferred into a cuvette of a spectrophotometer, optical density is measured at 693

nm and a calibration curve is used to calculate content of iron (II) ions in the analysed sample, where the calibration curve is plotted using ex tempore prepared 2.55 mM aqueous solution of an iron (II) salt, for example Mohr's salt (ammonium iron(II) sulfate) -  $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (1 mg/ml) and the calibration curve is plotted in the interval of 1-10 mcg iron (II) ions.

EFFECT: method is easy to implement, specific for iron ions and highly sensitive.

1 tbl, 1 ex

Изобретение относится к области аналитической химии и может быть использовано для определения содержания ионов железа (II) в различных средах. Известен тетраметрический способ определения содержания ионов железа (II) с помощью титрования 0,001N растворами бихромата калия или перманганата калия (Аналог) (1).  
5 Главным недостатком титриметрического метода является низкая чувствительность. Количество определяемого иона железа (II) составляет не менее 500 мкг. Кроме этого растворы перманганата калия неустойчивы, их необходимо готовить *ex tempore*, каждый раз проверяя титр. В силу этого тетраметрический метод трудоемок.

10 Наиболее близким к предлагаемому способу является колориметрический метод количественного определения ионов железа на основе их способности образовывать цветной комплекс с сульфосалициловой кислотой. Колориметрический метод значительно чувствительнее тетраметрического и позволяют определять ионы железа в пределах 1-10 мкг (1). Прототип. Недостатком способа является его трудоемкость.  
15 Для определения ионов железа (II) необходимо отдельно определять общее содержание ионов железа (II и III) и содержание ионов железа (III) в анализируемом образце. По разности между ними рассчитывают содержание ионов железа (II).

Целью изобретения является создание простого в осуществлении и чувствительного  
20 способа количественного определения ионов железа (II). Поставленная цель достигается использованием для количественного определения ионов железа (II) цветной реакции этих ионов с феррицианидом калия [гексацианоферратом (III) калия] -  $K_3[Fe(CN)_6]$  (качественная реакция на ионы железа II) (2). Образующейся цветной комплекс  $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$  (турнбулевая синь) имеет максимум поглощения при 693 нм.  
25 Измеренный нами коэффициент мольной экстинкции цветного комплекса ( $\epsilon$ ) составляет  $7150 M^{-1}cm^{-1}$ . Предлагаемый способ прост в осуществлении, достаточно чувствителен (позволяет определять ионы железа (II) в количестве 1-10 мкг) и специфичен для ионов железа (II). При большем содержании ионов железа (II) в  
30 образце его предварительно разводят.

Количественное определение ионов железа II согласно предлагаемому способу проводят следующим образом. Готовят 3 мМ водный раствор феррицианида калия (1 мг/мл) и используют его в дальнейшем для определения ионов железа (II). Раствор  
35 устойчив и сохраняется в темном месте при комнатной температуре на протяжении месяца (3). К 1 мл образца раствора, содержащего ионы железа (II), добавляют 2 мл 3 мМ раствора феррицианида калия. При добавлении меньших объемов образца добавляемый объем раствора феррицианида калия увеличивают так, чтобы общий  
40 объем инкубационной смеси составлял 3 мл. Перемешивают, переносят в кювету спектрофотометра и измеряют оптическую плотность при 693 нм. По калибровочному графику рассчитывают содержание ионов железа (II) в анализируемом образце. Для построения калибровочного графика *ex tempore* приготавливают 2,55 мМ водный раствор соли железа (II), например соли Мора (двойной сульфат "железа (II) и  
45 аммония) -  $FeSO_4(NH_4)_2 \cdot 6H_2O$  (1 мг/мл) и строят калибровочный график в интервале 1-10 мкг ионов железа (II).

#### Пример

При изучении сорбционных свойств минералов необходимо определять содержание ионов железа (II) в исходном растворе и растворе, пропущенном через слой  
50 наночастиц полевого шпата. Проведено определение содержания ионов железа (II) в растворах до и после сорбции минералом согласно прототипу и предлагаемому способу. В 2 пробирки вносили по 10 мкл исходного раствора, а в 2 другие по 10 мкл раствора после пропускания через минерал. При определении содержания ионов

железа (II) согласно прототипу проводят раздельное определение общего содержания ионов железа и содержания ионов железа (III). Для определения общего содержания ионов железа прибавляют 5 мл 10% раствора сульфосалициловой кислоты, 5 мл раствора аммиака, перемешивают и через 10 мин измеряют оптическую плотность при 430 нм. Для определения содержания ионов железа (III) образец сначала нейтрализуют по конго красному (необходимое количество кислоты или щелочи находят титрованием по этому индикатору другой порции пробы), прибавляют 0,1 мл разбавленной соляной кислоты, 5 мл 10% раствора сульфосалициловой кислоты и через 10 мин измеряют оптическую плотность при 510 нм. Рассчитывают общее содержание ионов железа (II и III) и содержание ионов железа (III) в анализируемом образце. По разности между ними рассчитывают содержание ионов железа (II). При определении содержания ионов железа (II) по предлагаемому способу в пробирки вносили по 10 мкл растворов до и после сорбции и по 3 мл 3 мМ раствора феррицианида калия. Перемешивали, переносили в кювету спектрофотометра и измеряли оптическую плотность при 693 нм. По калибровочному графику рассчитывали содержание ионов железа (II) в анализируемых растворах. В таблице представлены результаты определения содержания ионов железа (II) в растворах до и после сорбции наноминералом согласно прототипу и предлагаемому способу.

Таблица				
Способ определения ионов железа (II)	Прототип		Предлагаемый	
	До сорбции	После сорбции	До сорбции	После сорбции
Содержание ионов железа (II) в растворах (мкг/мл)	495	215	505	220
Время, затраченное на выполнение анализа	1 мин		30 мин	

Результаты свидетельствуют, что оба способа количественного определения ионов железа (II) высокочувствительны и позволяют определять небольшие концентрации ионов железа (II) с учетом того, что в пробирки вносили по 10 мкл растворов, содержащих 2-5 мкг ионов железа (II). Полученные результаты практически совпадают. Однако выполнение анализа по предлагаемому способу осуществляется в 30 раз быстрее.

#### Литература

1. Шарло Г. Железо // Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений. М.: Химия. 1965 С.615-626.
2. Железо // Краткая химическая энциклопедия. (И.Л. Кнунянц - гл. ред.). - М.: Советская энциклопедия. 1963. С.39-50.
3. ГОСТ 4206-75. Реактивы. Калий железосинеродистый. Технические условия. <http://www.gosthelp.ru/gost/gost25579.html>.

#### Формула изобретения

Способ количественного определения ионов железа (II) фотоэлектроколориметрическим методом, отличающийся тем, что используют цветную реакцию этих ионов с феррицианидом калия, и заключающийся в том, что к 1 мл образца раствора, содержащего ионы железа (II), добавляют 2 мл 3 мМ раствора феррицианида калия, перемешивают, переносят в кювету спектрофотометра, измеряют оптическую плотность при 693 нм и по калибровочному графику рассчитывают содержание ионов железа (II) в анализируемом образце, используя для построения калибровочного графика приготавливаемый ex tempore 2,55 мМ водный раствор соли железа (II), например соли Мора (двойной сульфат железа (II) и аммония) -

$\text{FeSO}_4(\text{NH}_2)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (1 мг/мл) и строя калибровочный график в интервале 1-10 мкг ионов железа (II).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50