



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



**Кафедра биологии растений и химии**

# **ХИМИЯ**

**Лабораторный практикум**

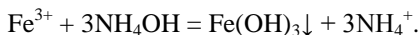
**Лабораторная работа  
Гравиметрический анализ.**



## Лабораторная работа Гравиметрический анализ. Определение содержания железа в растворе хлорида железа (III)

Гравиметрическое определение  $\text{Fe}^{3+}$  основано на осаждении его раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$  в виде гидроксида  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  с последующим превращением при прокаливании в оксид железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Ион железа  $\text{Fe}^{3+}$  осаждают избытком гидроксида аммония в виде аморфного осадка  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ :



Гидроксид железа – студенистый аморфный осадок с очень развитой поверхностью, обладает склонностью к пептизации, т. е. к образованию коллоидных систем. Чтобы это предотвратить, осаждают  $\text{Fe}^{3+}$  при нагревании и в присутствии солей аммония. Осаждение ионов железа  $\text{Fe}^{3+}$  ведут из кислого раствора при pH 2–3 и температуре 75–90 °С. Это объясняется тем, что при нагревании растворов солей железа (III) они сильно гидролизуются с образованием основных солей. Для подавления гидролиза раствор подкисляют. При добавлении осадителя – раствора аммиака – кислота нейтрализуется, и образующаяся соль аммония играет роль электролита-коагулятора. При прокаливании гидроксида железа (III) образуется безводный оксид железа (III):  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

Затем оксид железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) взвешивают и по массе осадка вычисляют количество железа.

**Ход определения.** Раствор хлорида железа (III) с содержанием 0,05–0,1 г железа помещают в стакан вместимостью 100–200 мл, добавляют 1–2 мл разбавленной (1:1) азотной кислоты.

Полученный раствор нагревают почти до кипения и при помешивании медленно приливают к нему 5–10 мл 25%-ного раствора аммиака до тех пор, пока в воздухе над раствором не почувствуется его запах. Добавляют около 10–30 мл горячей дистиллированной воды, хорошо перемешивают жидкость и дают возможность отстояться осадку в течение примерно 5 мин. Осторожно добавляют 2–3 капли раствора аммиака, проверяя полноту осаждения. Если полнота осаждения достигнута, отфильтровывают через беззольный фильтр средней плотности (белая лента) диаметром 9 см. Вначале раствор смывают на фильтр по стеклянной палочке, не взмучивая осадка. Стеклянную палочку после наполнения фильтра жидкостью оставляют в стакане.

Осадок в стакане промывают несколькими порциями горячей воды 3–4 раза методом декантации. Переносят весь осадок на фильтр, промывают его



на фильтре горячей водой до тех пор, пока промывные воды, подкисленные азотной кислотой, не дадут отрицательную реакцию с раствором  $\text{AgNO}_3$  или  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  на хлорид-ионы  $\text{Cl}^-$ .

Промытый осадок с воронкой переносят в сушильный шкаф и высушивают его при  $100\text{--}105^\circ$  до воздушно-сухого состояния, после чего осадок с фильтром помещают в предварительно взвешенный, прокаленный тигель до достижения им постоянной массы. Осторожно озоляют фильтр на слабом пламени газовой горелки, следя, чтобы он не вспыхнул. После обугливания фильтра тигель с осадком переносят в муфельную печь и прокаливают при температуре  $800\text{--}900^\circ$  в течение  $40\text{--}45$  мин. Затем тигель переносят в эксикатор, охлаждают в весовой комнате  $25\text{--}30$  мин и взвешивают на тех же аналитических весах, на которых взвешивали пустой тигель. Прокаливают, охлаждают и взвешивают до тех пор, пока он не достигнет постоянной массы. По массе осадка  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  вычисляют массу содержащегося в растворе железа.

*Вычисление:*

Номер тигля .

Масса пустого тигля  $m_{\text{тигля}} =$  .

Масса тигля с осадком  $m_{\text{с осадком}} =$  .

Зная массу пустого тигля и тигля с осадком, находят массу осадка оксида железа (III):  $m_{\text{осадка}} = m_{\text{с осадком}} - m_{\text{тигля}} = A$ .

Расчет можно вести через фактор пересчета. Фактор пересчета (F) представляет собой отношение относительной атомной (или молекулярной) массы определяемого вещества к относительной молекулярной массе вещества, находящегося в осадке. Весовой формой является оксид железа (III). Фактор пересчета  $F_{2\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,6994$ . Затем можно найти массу Fe в растворе, умножая массу осадка  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  на фактор пересчета F, т. е.  $m(\text{Fe}) = m_{\text{осадка}} \cdot F = A \cdot 0,6994 = B$ .

*Расчет погрешностей анализа:*

а) абсолютная погрешность  $\Delta x = m(\text{Fe}) - \mu$ , где  $\mu$  – истинное содержание анализируемого компонента (данные у преподавателя);

б) относительная погрешность  $s = (\Delta x/\mu) \cdot 100 \%$ .



## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб. пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб. пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.– М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
6. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов обучающихся на агрономических специальностях/ И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. –672 с.
7. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смарицын. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
8. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
9. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
10. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
11. Химия: учебно-методический комплекс: Учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с. ISBN 978-985-467-359-2
12. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
13. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
14. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
15. Щербина, А.Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: Учеб. пособие / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько. – Минск : Новое знание, 2007. – 304 с.

### Дополнительная

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учеб. пособие/ Н.А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Выш. шк., 2003. – 96 с.
3. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
4. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
5. Практикум по общей и биорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
7. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

### Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1977.



Учреждение образования  
«Белорусская государственная  
орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени  
сельскохозяйственная академия»



2. Кольман, Я. Наглядная биохимия: Пер. с нем/ Я.Кольман, К.Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
3. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.

Составители

**Поддубная** Ольга Владимировна  
**Ковалева** Ирина Владимировна