



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



Учреждение



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

Лабораторный практикум

**Лабораторная работа
Определение порога коагуляции**



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



Лабораторная работа Определение порога коагуляции

Цель работы: изучить оптические и визуальные методы определения порога коагуляции, а также явление взаимной коагуляции противоположно заряженных зольей.

Оборудование: штатив с пробирками; 4 конические колбы, 100 см³; пипетки, 10 см³; бюретки; фотоэлектроколориметр.

Реактивы: золь гидроксида железа (III); золь берлинской лазури; сульфат калия, 0,0005 М; хлорид калия, 2 н; сульфат калия, 0,01 н; гексацианоферрат (III) калия K₃[Fe(CN)₆], 0,001н; хлорид кальция, 5%.

1. Взаимная коагуляция зольей. Готовят одиннадцать пронумерованных пробирок. В каждую наливают золь гидроксида железа (III), частицы которого заряжены положительно, согласно таблице 14. В качестве золя с отрицательно заряженными частицами используют золь берлинской лазури. После смешивания зольей растворы в пробирках тщательно перемешивают и оставляют на 30 минут. Через 30 минут после сливания растворов в таблице отмечают коагуляцию (полная «+++», частичная «++» или «+») и цвет жидкости над осадком. Пробирки 10 и 11 контрольные.

Таблица

	Номер пробирки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Золь Fe(OH) ₃ , см ³	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10
Золь K ₃ [Fe(CN) ₆], см ³	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
Степень коагуляции											
Окраска жидкости над осадком											

2. Оптический метод определения порога коагуляции. Согласно таблице, в пробирки наливают золь гидроксида железа, затем дистиллированную воду. Перемешивают. Сульфат калия в пробирки добавляют поочередно, раствор перемешивают и сразу выливают в кювету для измерения оптической плотности. Интервал времени между прибавлениями электролита к золю и измерениями должен быть равен одной минуте. Измерения оптической плотности проводят при длине волны 490 нм.

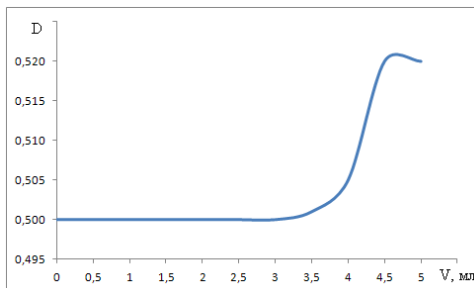
Таблица

	Номер пробирки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Золь Fe(OH) ₃ , см ³	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
H ₂ O, см ³	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	-



0,0005 М K ₂ SO ₄ , см ³	-	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
D											

По полученным значениям оптической плотности строят график в координатах $D = f(V_{\text{электролита}})$.



Определить порог коагуляции, пользуясь подобной рода кривой, очень трудно, так как кривая не имеет чётко выраженного перегиба, по которому можно найти объём электролита, соответствующий порогу коагуляции. Поэтому удобнее построить график в координатах $dD/dV = f(V_{\text{электролита}})$, максимум которого будет соответствовать V_x .

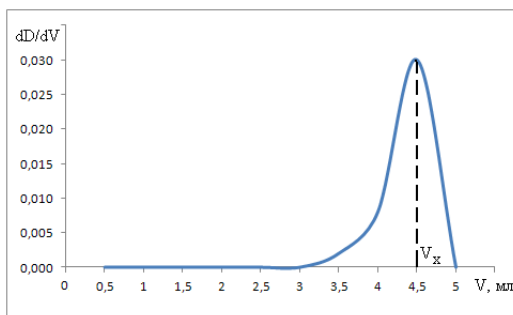


Рис. – График для нахождения объёма электролита V_x , соответствующего порогу коагуляции

Расчёт порога коагуляции проводят по формуле:

$$\gamma = (C \cdot V_x \cdot 1000) / 15, \text{ где}$$

γ – порог коагуляции золя, ммоль/л;

C – концентрация электролита, моль/л;

V_x – объём электролита, соответствующий порогу коагуляции (находят графически), мл;

15 – общий объём исследуемой системы в пробирке.

3. Визуальный метод определения порога коагуляции



В 3 колбы для титрования наливают по 5 см^3 золя гидроксида железа (III). В 4 колбу наливают 5 см^3 золя гидроксида железа (III) и 5 см^3 дистиллированной воды – эта колба будет служить контролем при титровании.

Оттитровать поочередно золи растворами электролита, указанными в таблице до появления помутнения. Результаты внести в таблицу. Вычислить объём электролита V_2 в пересчёте на 0,001 н раствор.

Таблица

Электролиты	$V_1, \text{ см}^3$	$V_2, \text{ см}^3$	$\gamma, \text{ ммоль/л}$	$\lg V_2$
2 н KCl				
0,01н K_2SO_4				
0,001н $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$				

Рассчитать порог коагуляции по формуле:

$$\gamma = \frac{(C \cdot V_1 \cdot 1000)}{V_1 + V_{\text{золя}}}$$

γ – порог коагуляции золя, ммоль/л;

C – концентрация электролита, моль-экв/л;

V_1 – объём электролита, пошедший на коагуляцию, см^3 ;

$V_{\text{золя}}$ – объём золя, взятый для титрования, см^3 .

Построить график зависимости $\lg V_2$ от заряда коагулирующего иона и график зависимости порога коагуляции γ от заряда коагулирующего иона.

4. Влияние температуры на коагуляцию (створаживание) коровьего молока под действием хлористого кальция

В 5 пробирок наливают по 10 см^3 молока и помещают в термостат, где доводят до температуры 50°C . Не вынимая штатив с пробирками из термостата, в одну из них добавляют 1 см^3 5%-ного раствора хлорида кальция. Если при этом произойдет коагуляция, то в оставшиеся пробирки приливают меньшие количества хлорида кальция ($0,8 \text{ см}^3$; $0,6 \text{ см}^3$ и т.д.). Если же в первой пробирке коагуляция не произойдет, то в следующие порции добавляют большие количества ($1,2 \text{ см}^3$; $1,4 \text{ см}^3$ и т.д.). Опыт повторить при температуре 70 и 90°C .

Отметить минимальный объём хлорида кальция, соответствующий помутнению при каждой температуре. Рассчитывают по полученным данным порог коагуляции (γ) молока при различных температурах.

$$\gamma = (C \cdot V_1 \cdot 1000) / V_{\text{золя}}$$

Сделать вывод о влиянии температуры на порог коагуляции. Какой ион соли CaCl_2 будет коагулирующим для молока? Почему меняется количество CaCl_2 , необходимое для коагуляции молока, при изменении температуры?



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



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. Смарилин. – 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. Курс лекций: учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – 383 с.
10. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
11. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
12. 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
13. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
14. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 397 с.
15. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
16. 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 : Высш. шк., 2003. – 96 с.
3. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвено-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 биоорганической 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.
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.



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



Составители
Поддубная Ольга Владимировна
Ковалева Ирина Владимировна