Контрольно-измерительные материалы
по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»
для специальности «Фармация»

ЗАНЯТИЕ № 4

Тема: Определение порогов коагуляции золя гидроксида железа.

I. Вопросы для контроля усвоения темы занятия:

1. Устойчивость дисперсных систем (агрегативная и седиментационная). Факторы устойчивости.
    1) Чем характеризуется устойчивость дисперсной системы?
    2) Что такое седиментационная устойчивость? Чем она обусловлена?
    3) Какие системы называют седиментационно устойчивыми?
    4) Что такое агрегативная устойчивость? Чем она обусловлена?
    5) Как зависит устойчивость коллоидной системы от величины ζ-потенциала?
    6) Какие термодинамические факторы устойчивости вам известны? Дайте пояснение.
    7) Какие кинетические факторы устойчивости вы знаете? Дайте пояснение.
2. Коагуляция, виды коагуляции (скрытая, явная, медленная, быстрая) и их связь с величиной ζ-потенциала.
    1) Что такое коагуляция?
    2) Перечислите факторы, вызывающие коагуляцию.
    3) Что такое скрытая и явная коагуляция?
    4) При каких значениях электрокинетического потенциала происходит медленная и быстрая коагуляция?
    5) Какой потенциал называют критическим?
3. Порог коагуляции, коагулирующая способность электролитов. Правило Шульце - Гарди. Лиотропные ряды коагуляции.
    1) Что называют коагулянтом?
    2) Что такое порог коагуляции? Как его вычисляют?
    3) Что такое коагулирующая способность? В чем ее физический смысл?
    4) Как формулируется правило Шульце-Гарди?
    5) Как записать отношение порогов коагуляции для одно-, двух-, трехзарядных ионов?
    6) Как записать лиотропные ряды коагуляции?
4. Особые явления, наблюдаемые при электролитной коагуляции: аддитивность, антагонизм и синергизм ионов при действии смеси электролитов, перезарядка золей ("неправильные ряды коагуляции"), "привыкание" золей, взаимная коагуляция коллоидов.
    1) Какие явления наблюдаются при коагуляции смесью электролитов?
    2) В чем проявляется аддитивное действие электролитов?
    3) Что такое антагонистическое действие электролитов?
    4) Что такое синергическое действие электролитов?
    5) Когда суммарный порог коагуляции смесью электролитов больше – при антагонизме или синергизме?
    6) Что называется перезарядкой золя?
    7) Как объяснить механизм перезарядки золя?
    8) Что называется неправильными рядами коагуляции?
    9) Какие виды привыкания золя к действию электролитов вы знаете? Чем обусловлено положительное привыкание?

10) Когда наблюдается отрицательное привыкание золя к действию электролита? Дайте пояснение.
11) Что такое взаимная коагуляция золей?
12) Когда взаимная коагуляция золей наиболее полная?
13) Каково практическое использование взаимной коагуляции золей?

5. Защитное действие высокомолекулярных веществ. "Золотое число".
   1) Что называют коллоидной защитой?
   2) Чем объясняется механизм защитного действия ВМВ?
   3) Что такое «золотое число»?
   4) Каково практическое применение явления защиты золя ВМВ («коллоидной защиты»)?

II. Вопросы для подготовки к следующему занятию по теме: «Контрольная работа. Эмульсии. Получение и свойства»

1. Броуновское движение и диффузия в дисперсных системах. Законы Фика.
2. Факторы, влияющие на скорость диффузии. Коэффициент диффузии. Уравнения Эйнштейна и Эйнштейна–Смолуховского.
3. Осмотическое давление коллоидных растворов. Осмометрический метод определения размеров коллоидных частиц.
4. Вязкость лиофобных золей. Уравнение Эйнштейна для вязкости.
5. Оптические свойства дисперсных систем. Эффект Фарадея - Тиндаля.
6. Рассеяние света коллоидными растворами. Уравнение Рэлея и его анализ.
7. Оптические методы исследования и анализа дисперсных систем.
8. Общая характеристика грубодисперсных систем, их отличие от коллоидных.
9. Эмульсии. Классификация, методы получения и стабилизации. Коалесценция. Эмульгаторы. Правило Банкрофта.
10. Методы определения типа эмульсий. Обращение фаз эмульсий. Применение эмульсий в фармации.

III. Вопросы для подготовки к контрольной работе:

1. Основные признаки объектов коллоидной химии. Размеры частиц, степень дисперсности системы и их взаимосвязь. Удельная поверхность дисперсных систем по массе и по объѐму, ее физический смысл, единицы измерения.
2. Поверхностные явления и их значение в фармации. Свободная поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Пути уменьшения свободной поверхностной энергии дисперсных систем.
3. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Их строение и классификация. Значение и применение ПАВ.
4. Характеристики ПАВ - гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ) и поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе.
5. Изотермы поверхностного натяжения для ПАВ, ПИАВ, ПНАВ. Уравнение Шишковского.
6. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования в растворах ($ККМ_1$ и $ККМ_2$). Методы определения ККМ.
7. Солюбилизация и еѐ применение в фармации. Липосомы.

8. Адсорбция (общие понятия). Изотерма адсорбции. Факторы, влияющие на процесс адсорбции.
9. Адсорбция ПАВ на поверхностях раздела «жидкость–газ» и «жидкость–жидкость». Уравнение Гиббса.
10. Адсорбция на поверхности раздела «твѐрдое тело–жидкость». Экспериментальное определение величины адсорбции. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.
11. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Вывод уравнения Лэнгмюра. Физический смысл коэффициентов этого уравнения. Изотерма адсорбции по Ленгмюру.
12. Уравнение Фрейндлиха для адсорбции из растворов и адсорбции газов. Изотерма адсорбции по Фрейндлиху. Применимость уравнения.
13. Полимолекулярная адсорбция. Капиллярная конденсация.
14. Адсорбция электролитов. Влияние природы ионов и адсорбентов. Правило Панета–Фаянса.
15. Обменная адсорбция. Иониты, их классификация и применение. Обменная ѐмкость.
16. Механизм действия ионитов на примере умягчения и обессоливания воды. Регенерация ионитов.
17. Когезия. Адгезия. Растекание. Смачивание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга.
18. Количественные характеристики смачивания: краевой угол и коэффициент гидрофильности. Инверсия смачивания.
19. Дисперсные системы. Классификация. Основные условия получения.
20. Конденсационные методы получения дисперсных систем. Примеры.
21. Диспергационные методы получения дисперсных систем.
22. Комбинированные методы получения дисперсных систем (пептизация, электрические методы). Примеры.
23. Методы очистки коллоидных растворов (диализ, электродиализ, ультрафильтрация).
24. Образование двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазных поверхностях. Теории строения ДЭС (Гельмгольца–Перрена, Гуи–Чепмена, Штерна–Фрумкина). Электротермодинамический (φ) и электрокинетический (ζ) потенциалы.
25. Строение мицеллы лиофобных золей. Схема и формула мицеллы. Влияние электролитов на толщину ДЭС и на φ- и ζ- потенциалы. Изоэлектрическое состояние мицеллы.
26. Электрокинетические явления в дисперсных системах.
27. Устойчивость дисперсных систем (агрегативная и седиментационная). Факторы, определяющие устойчивость дисперсных систем.
28. Коагуляция. Виды коагуляции (скрытая, явная, медленная, быстрая) и их связь с величиной ζ- потенциала.
29. Порог коагуляции и коагулирующая способность электролитов. Правило Шульце–Гарди. Лиотропные ряды коагуляции.
30. Особые явления, наблюдаемые при коагуляции золей смесью электролитов. Перезарядка золей («неправильные ряды» коагуляции).
31. «Привыкание» золей к действию электролитов. Взаимная коагуляция золей. Коллоидная защита. Золотое число.

IV. Варианты индивидуального письменного задания.

Вариант 1

Задание 1. Чем объясняется механизм защитного действия ВМВ? Что такое «золотое число»?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь берлинской лазури, полученный в избытке хлорида железа (III).

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 1 л золя наблюдается при добавлении 50 мл 0,01 М раствора дихромата калия.

Вариант №2

Задание 1. Что такое взаимная коагуляция золей? Каково практическое использование взаимной коагуляции золей?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь As_2S_3, полученный в избытке H_2S.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 60 мл золя наблюдается при добавлении 12 мл 0,02 М раствора $AlCl_3$.

Вариант №3

Задание 1. Какие виды привыкания золя к действию электролитов вы знаете? Чем обусловлено положительное привыкание? Когда наблюдается отрицательное привыкание золя к действию электролита?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь HgS, полученный в избытке $K_2[HgI_4]$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 50 мл золя наблюдается при добавлении 4,5 мл 0,05 М раствора сульфата натрия.

Вариант №4

Задание 1. Что называется перезарядкой золя? Как объяснить механизм перезарядки золя?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь $Zn_3[Fe(CN)_6]_2$, полученный в избытке $K_3[Fe(CN)_6]$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 0,5 л золя наблюдается при добавлении 20 мл 0,02 М раствора Na_3PO_4.

Вариант №5

Задание 1. Какие явления наблюдаются при коагуляции смесью электролитов? В чем проявляется аддитивное действие электролитов?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь SiO_2, полученный в избытке H_2SiO_3.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 100 мл золя наблюдается при добавлении 8 мл 0,02 М раствора сульфата калия.

Вариант №6

Задание 1. Что такое антагонистическое и синергическое действие электролитов? Когда суммарный порог коагуляции смесью электролитов больше – при антагонизме или синергизме?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь серебра, полученный в избытке нитрата серебра.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 10 мл золя наблюдается при добавлении 0,55 мл 0,05н раствора $BaCl_2$.

Вариант №7

Задание 1. Правило Шульце - Гарди. Лиотропные ряды коагуляции.

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь серы, полученный в избытке $H_2S_5O_6$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 120 мл золя наблюдается при добавлении 7 мл 0,05н раствора хлорида калия.

Вариант №8

Задание 1. Что такое коагуляция? Перечислите факторы, вызывающие коагуляцию.

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь золота, полученный в избытке $HAuCl_4$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 1 л золя наблюдается при добавлении 40 мл 0,01н раствора K_2CrO_4.

Вариант №9

Задание 1. Что такое скрытая и явная коагуляция? Какой потенциал называют критическим?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь иодида свинца, полученный в избытке нитрата свинца.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 1 л золя наблюдается при добавлении 10 мл 0, 1 М раствора сульфата натрия.

Вариант №10

Задание 1. Что называют коагулянтом? При каких значениях электрокинетического потенциала происходит медленная и быстрая коагуляция?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь Ag_3AsO_4, полученный в избытке Na_3AsO_4.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 100 мл золя наблюдается при добавлении 5 мл 0,02 М раствора дихромата калия.

Вариант №11

Задание 1. Что такое седиментационная устойчивость? Чем она обусловлена? Укажите факторы седиментационной устойчивости.

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь сульфата свинца, полученный в избытке серной кислоты.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 150 мл золя наблюдается при добавлении 6,2 мл 0,05 М раствора хлорида бария.

Вариант №12

Задание 1. Что такое агрегативная устойчивость? Чем она обусловлена? Какие термодинамические и кинетические факторы устойчивости вам известны?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь $Ag_2C_2O_4$, полученный в избытке $(NH_4)_2C_2O_4$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 50 мл золя наблюдается при добавлении 8 мл 0,04 М раствора сульфата калия.

Вариант №13

Задание 1. Чем характеризуется устойчивость дисперсной системы? Как зависит устойчивость коллоидной системы от величины ζ-потенциала?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь BaF_2, полученный в избытке $BaCl_2$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 70 мл золя наблюдается при добавлении 20 мл 0,3 М раствора хлорида калия.

Вариант №14

Задание 1. Что такое порог коагуляции и коагулирующая способность? Как их вычисляют?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь Ag_2CrO_4, полученный в избытке $AgNO_3$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 40 мл золя наблюдается при добавлении 2 мл 0,05 М раствора $MgCl_2$.

Вариант №15

Задание 1. Сформулируйте правило Шульце-Гарди. Приведите паримеры лиотропных рядов коагуляции.

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь $Cr(OH)_3$, полученный в избытке $(NH_4)OH$.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 1 л золя наблюдается при добавлении 60 мл 0,1 М раствора сульфата натрия.

Вариант №16

Задание 1. Что называют коллоидной защитой? Каково практическое применение явления защиты золя ВМВ?

Задание 2. Определите, у какого из электролитов NaCl, KCl, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $AlCl_3$, Na_3PO_4 порог коагуляции будет наименьшим при действии на золь H_2SiO_3, полученный в избытке HCl.

Задание 3. Рассчитайте порог коагуляции и коагулирующую способность электролита при действии на золь, если коагуляция 250 мл золя наблюдается при добавлении 10 мл 0,012М раствора $ZnCl_2$.

V. Задание для выполнения лабораторной работы

Определение порогов коагуляции золя гидроксида железа (III)

Цель работы: Определение порогов коагуляции золя гидроксида железа по отношению к различным электролитам; определение коагулирующей способности электролитов.

Целевые задачи: Изучение процесса коагуляции; выяснение применимости правила Шульце–Гарди к данному случаю; определение знака заряда частиц золя; закрепление навыка приготовления коллоидных растворов.

Оснащение рабочего места.

Колба или стакан на 100 мл	Растворы $FeCl_3$ и электролитов-коагуляторов
Штатив с пробирками	
Пипетки на 1 и 5 мл	Дистиллированная вода
Бюретки	Электроплитка
Мерный цилиндр на 50 мл	

Проведение опыта.

1. Приготовить коллоидный раствор (золь) гидроксида железа (III) методом гидролиза. Для этого отмерить в колбу (или химический стакан) 50 мл дистиллированной воды и нагреть её до кипения. Не снимая колбы с электроплитки добавить к кипящей воде по каплям 5 мл 10%-ного раствора хлорида железа (III) (см. работу 4). Образовавшийся золь кипятить еще 1 минуту, затем охладить до комнатной температуры.
2. Приготовить по указанию преподавателя серии растворов трёх различных электролитов методом разбавления в 10 раз. Для приготовления разведений 1-го электролита взять 4 пробирки. В первую отмерить бюреткой 10 мл исходного раствора, а в 3 остальные - по 9 мл дистиллированной воды. Отобрать пипеткой из 1-й пробирки 1 мл раствора и перенести во вторую. Содержимое второй пробирки тщательно перемешать; отобрать из неё 1 мл и перенести в 3-ю. Содержимое третьей пробирки тщательно перемешать, отобрать из неё 1 мл и перенести в 4-ю. После перемешивания отобрать из 4-й пробирки 1 мл и отбросить. Аналогичным образом приготовить по 4 пробирки с двумя другими электролитами.
3. Для контрольного опыта отмерить в чистую пробирку 9 мл дистиллированной воды.
4. Рассчитать концентрации электролитов **C'** во всех пробирках и занести их значения в таблицу 1.
5. Во все пробирки с растворами электролитов (а также в контрольную) пипеткой внести по 1 мл золя гидроксида железа, приготовленного ранее, и перемешать.
6. Через 10 минут визуально определить наличие или отсутствие коагуляции во всех пробирках, сравнивая их прозрачность с прозрачностью раствора в контрольной пробирке. Занести данные в соответствующие клетки таблицы 1, используя знаки "+" для наличия коагуляции и "–" для ее отсутствия.

Показать результаты преподавателю.

Таблица 1

Ориентировочное определение области концентрации (моль-экв/л) электролитов, вызывающих коагуляцию						
№ п. п.	Электролит		№ № пробирок			
	Формула		1	2	3	4
1		Концентрация _____				
		Наличие коагуляции				
2		Концентрация _____				
		Наличие коагуляции				
3		Концентрация _____				
		Наличие коагуляции				

7. Приготовить в стаканах или колбах по 30 мл растворов каждого из электролитов с концентрациями, равными наименьшим концентрациям, вызывающим коагуляцию золя в предыдущем опыте. Для этого рассчитать объём V_i исходного раствора электролита по формуле

$$\mathbf{V_i} = \frac{30}{10^{n-1}},$$

где n - номер пробирки с наименьшей концентрацией *i*-того электролита, вызвавшей коагуляцию золя.

Отмерить рассчитанный объём в колбу и довести дистиллированной водой до 30 мл.

8. Приготовить вторую серию разведений трёх электролитов-коагуляторов. Для этого в чистые пробирки поместить объёмы дистиллированной воды и растворов, приготовленных в п. 7, в соответствии со схемой, указанной в таблице 2:

Таблица 2

	№ № пробирки			
	1	2	3	4
Объём электролита, приготовленного в п.7, мл	8	6	4	2
Объём дистиллированной воды, мл	1	3	5	7

9. Рассчитать концентрации электролитов во всех пробирках второй серии (с учетом последующего разбавления золем) по формуле:

$$\mathbf{C_i}\text{ ‘’ } = \mathbf{C_i}\text{ ‘ } \frac{\mathbf{V_i}}{10},$$

где $\mathbf{C_i}$‘- концентрация *i*-того электролита в растворе, приготовленном в п. 7,

$\mathbf{V_i}$ - объём *i*-того электролита, помещённый в пробирку с номером n.

Занести вычисленные концентрации в таблицу 3

10. Во все пробирки с растворами электролитов 2-й серии пипеткой внести по 1 мл золя $Fe(OH)_3$, и тщательно перемешать.
11. Через 10 минут определить наличие или отсутствие коагуляции во всех пробирках (аналогично п. 6). Занести данные в соответствующие места таблицы 3.

Таблица 3

Точное определение пороговой концентрации электролитов (моль-экв/л)						
№	Электролит		№ № пробирок			
п. п.	Формула		1	2	3	4
1		Концентрация _____				
		Наличие коагуляции				
2		Концентрация _____				
		Наличие коагуляции				
3		Концентрация _____				
		Наличие коагуляции				

Показать результаты преподавателю.

12. Привести в порядок рабочее место и сдать его дежурному.

13. Рассчитать пороги коагуляции всех трех электролитов по уравнению

$$\gamma = \frac{C_{эл}\, V_{эл}}{V_{золь} + V_{эл}},$$

где Сэл и Vэл - соответственно наименьшая концентрация и объём электролита, вызывающие коагуляцию,

$V_{золь}$ - объем золя, взятый для определения.

14. Выразить соотношение порогов коагуляции исследованных электролитов в виде отношения одно-, двух- и трёхзначного чисел (принимая наименьший порог за единицу).
15. Рассчитать коагулирующие способности Р всех электролитов:

$$P = 1 / \gamma$$

и выразить соотношение этих величин аналогично п. 14.

16. Определить знак заряда частиц исследованного золя гидроксида железа.
17. Сделать заключение о соответствии или несоответствии данного случая коагуляции правилу Шульце – Гарди.
18. Сформулировать выводы по работе.