

**Контрольно-измерительные материалы  
по дисциплине «Химия»  
для специальности «Лечебное дело»**

**ЗАНЯТИЕ № 11**

**Тема: Эмульсии. Получение и свойства.**

**I. Вопросы для контроля усвоения темы занятия:**

1. Гетерогенность и дисперсность как основные признаки объектов коллоидной химии. Размеры частиц, степень дисперсности, удельная поверхность системы и их взаимосвязь.
2. Общая характеристика микрогетерогенных систем, их отличие от коллоидных.
3. Суспензии, пасты, их свойства. Седиментация, уравнение Стокса.
4. Эмульсии. Классификация, методы получения и стабилизации. Коалесценция. Эмульгаторы. Правило Банкрофта.
5. Методы определения типа эмульсии. Обращение фаз эмульсий.
6. Порошки. Слёживаемость, распыляемость, сыпучесть, гранулирование порошков.
7. Аэрозоли, их положительные и отрицательные свойства.
8. Пены, особенности их стабилизации.

**II. Вопросы для подготовки к следующему занятию по теме:**

**«Свойства растворов ВМС. Определение изоэлектрической точки полиэлектролитов вискозиметрическим методом».**

1. ВМС организма человека и их значимость.
2. Особенности растворения ВМС, термодинамические характеристики процесса растворения.
3. Свойства растворов ВМС общие с истинными растворами.
4. Свойства растворов ВМС общие с коллоидными растворами.
5. Способы определения вязкости растворов.
6. Расчёт относительной, удельной, приведенной вязкостей.
7. Аномальная вязкость растворов ВМС.
8. ИЭТ и методы её определения.
9. Приведите значения ИЭТ для некоторых белков: пепсин, казеин молока, альфа-глобулин крови, фибриноген крови, альбумин сыворотки крови, химотрипсин сока поджелудочной железы.
10. Напишите молекулы белка в форме амфиона, в кислой и щелочной среде.
11. Укажите причину различного значения рН при котором белок может находиться в изоэлектрическом состоянии.

### III. Варианты индивидуального письменного задания.

#### Вариант 1

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
ZnO	$5,7 \cdot 10^3$	0,001	$10^3$	?	$2,1 \cdot 10^{-4}$

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если дисперсионная среда окрашена метиленовым синим. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: каучук, камеди, олеат кальция, ланолин, лецитин.

#### Вариант №2

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
серебро	$10,5 \cdot 10^3$	0,0015	$10^3$	$6 \cdot 10^{-8}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия смешивается с водой. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: олеат кальция, олеат калия, ланолин, холестерин, желатоза.

#### Вариант №3

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
NH <sub>4</sub> Cl	$1,5 \cdot 10^3$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	$10^3$	$5 \cdot 10^{-7}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия растекается на обезжиренном стекле. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: Т-2 (5,5), твин-60 (14,9), олеат натрия (18), моностеарат глицерина (3,8).

#### Вариант №4

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
MgO	$3,58 \cdot 10^3$	0,001	$10^3$	$10^{-8}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия хорошо впитывается фильтровальной бумагой, оставляя в центре жирное пятно. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: олеат натрия (18), бутанол (7), олеиновая кислота (1), твин-80 (14,5).

#### Вариант №5

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
сера	$2,1 \cdot 10^3$	0,0015	$1,1 \cdot 10^3$	$14 \cdot 10^{-7}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если дисперсионная среда окрашена суданом-III. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: олеат калия (20), твин-60 (14,9), Т-2 (5,5), плюроник 65 (17), моностеарат сорбитана (5,9)

#### Вариант №6

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$3,96 \cdot 10^3$	0,001	$10^3$	$5 \cdot 10^{-8}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия смешивается с маслом. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: моноолеат сорбитана (6,7), олеат натрия (18), лаурилсульфат натрия (40), твин-80 (14,5), воск пчелиный (9).

### Вариант №7

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
бентонит	$2,1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^3$	?	$4 \cdot 10^{-4}$

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия не проводит электрический ток. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: соли желчных кислот, олеат кальция, крахмал, сапонины, ланолин.

### Вариант №8

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
SiO <sub>2</sub>	$2,65 \cdot 10^3$	0,002	$1,1 \cdot 10^3$	?	$16 \cdot 10^{-6}$

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия растекается на парафиновой поверхности. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: поливинилпирролидон, твин-80, ланолин, камеди, стеарат кальция.

### Вариант №9

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
ZnO	$5,7 \cdot 10^3$	0,0012	$10^3$	?	$2,6 \cdot 10^{-4}$

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия проводит электрический ток. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: ланолин, сажа, камеди, олеат кальция, олеат калия.

### Вариант №10

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
бентонит	$2,1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-7}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если дисперсная фаза окрашена метиленовым синим. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: арабийская камедь, ланолин, олеат калия, стеарат кальция, лецитин.

### Вариант №11

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
камфора	$0,99 \cdot 10^3$	0,001	$10^3$	?	$8 \cdot 10^{-6}$

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если дисперсная фаза окрашена суданом III. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: желатоза, воск, ланолин, На-карбоксиметилцеллюлоза, олеат кальция.

### Вариант №12

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
серебро	$10,5 \cdot 10^3$	0,0012	$10^3$	$4 \cdot 10^{-8}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия смешивается с маслом. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: сапонины, крахмал, ланолин, соли желчных кислот, стеарат магния.

### Вариант №13

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$3,96 \cdot 10^3$	0,001	$10^3$	?	$1,3 \cdot 10^{-5}$

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия растекается на обезжиренном стекле. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: Т-2 (5,5), олеат натрия (18), бутанол (7), твин-80 (14,5), олеиновая кислота (1).

### Вариант №14

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
золото	$19,3 \cdot 10^3$	0,0012	$10^3$	$8 \cdot 10^{-9}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если эмульсия смешивается с маслом. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: олеат калия (20), моностеарат сорбитана (5,9), лаурилсульфат натрия (40), моностеарат глицерина (3,8).

### Вариант №15

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
SiO <sub>2</sub>	$2,65 \cdot 10^3$	0,002	$1,02 \cdot 10^3$	$7,5 \cdot 10^{-7}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если дисперсионная среда окрашена метиловым фиолетовым. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: Т-2 (5,5), твин-60 (14,9), плуроник 65 (17), воск пчелиный (9).

## Вариант №16

**Задача 1.** Используя уравнение Стокса, рассчитайте величину, обозначенную в таблице знаком «?»

Вещество дисперсной фазы	Плотность дисперсной фазы, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость среды, Па·с	Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	Размер частиц дисп. фазы $d$ , м	Скорость оседания частиц, м/с
сера	$2,1 \cdot 10^3$	0,001	$10^3$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	?

**Задача 2.** Для суспензии, данной в задаче № 1, определите степень дисперсности, удельную поверхность частиц по объему и по массе.

**Задача 3.** Укажите тип эмульсии, если дисперсионная среда окрашена суданом-III. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа по числу ГЛБ: олеат натрия (18), олеат калия (20), воск пчелиный (9), твин-60 (14,9), лаурилсульфат натрия (40).

### IV. Задание для выполнения лабораторной работы

#### Получение и свойства эмульсий.

**Цель работы:** овладение методами получения, стабилизации и определения типа эмульсий; ознакомление с обращением фаз.

**Целевые задачи:** Ознакомление со свойствами эмульсий и с применением правила Банкрофта.

#### Оснащение рабочего места.

Штатив с пробирками	Растворы реактивов
Предметное стекло	Неполярные жидкости (ацетон, растительные масла и т.п.)
Стеклянная палочка	Растворы водо- и жирорастворимых красителей
Парафинированная стеклянная пластинка	Дистиллированная вода
Микроскоп	Фильтровальная бумага
Ступка с пестиком	

**ВНИМАНИЕ!** Отмеривание летучих органических жидкостей, а также растворов на их основе производить только под тягой. Отработанные органические жидкости следует выливать не в раковину, а только в специальные сосуды, находящиеся в вытяжном шкафу. Используемые в данной работе органические красители и масла могут оставить на одежде трудноудаляемые пятна, поэтому при работе с ними следует соблюдать осторожность.

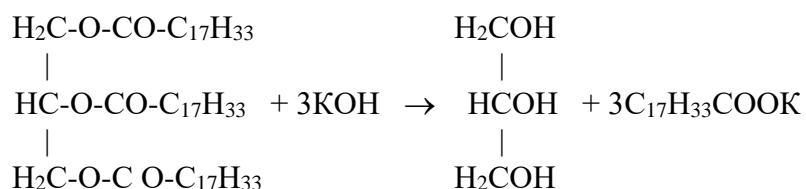
#### Проведение опытов.

##### I. Получение эмульсий

###### 1. Метод диспергирования

а) В две чистые пробирки налить по 5 мл дистиллированной воды и добавить по 10 капель масла (или другой неполярной жидкости по указанию преподавателя). В одну из пробирок прилить 1 мл 10%-ного раствора КОН. Обе пробирки энергично встряхивать 0,5 минуты, после чего поставить в штатив и наблюдать за скоростью их расслаивания в течение 10 минут. Убедиться в большей устойчивости эмульсии с добавлением КОН.

(Гидроксид калия реагирует с маслом по уравнению:



Образующийся олеат калия служит стабилизатором эмульсии).

б) Тщательно растереть в ступке 0,1 г желатозы с 1,5 мл растительного масла (не менее 1 минуты). Добавить 1 мл дистиллированной воды и растереть еще 1 минуту. Полученную эмульсию перелить в пробирку и оценить ее устойчивость к расслаиванию.

#### 2. Метод замены растворителя.

Налить в пробирку 10 мл дистиллированной воды и по каплям добавить при энергичном встряхивании 2 - 3 мл 1%-ного раствора масла в ацетоне. Образуется тонкодисперсная устойчивая эмульсия.

## **II. Определение типа эмульсий**

Часто при получении эмульсии количества полярной и неполярной жидкостей бывают близкими или практически равными друг другу. В таких случаях нельзя заранее предсказать тип образующейся эмульсии, в особенности, если эмульгатор имеет промежуточное значение гидрофильно-липофильного баланса. Тип эмульсии можно экспериментально определить различными методами, главные из которых приведены ниже.

#### 1. Метод окрашивания.

В данном методе используется свойство некоторых органических красителей растворяться или только в воде (гидрофильный краситель), или только в неполярных жидкостях (гидрофобный краситель). По тому, что окрасит взятый для опыта краситель – капли дисперсной фазы или дисперсионную среду – можно судить о типе эмульсии.

Эмульсию, полученную в опыте с КОН, разделить на две части. К одной из них из капельницы добавить толуольный раствор судана-III (гидрофобный краситель), к другой – водный раствор метилового фиолетового (гидрофильный краситель) и энергично перемешать.

Стеклянной палочкой нанести по капле обеих эмульсий на чистое предметное стекло и рассмотреть их под микроскопом. Сделать вывод о типе эмульсии. Схематически зарисовать в цвете эмульсии, окрашенные разными красителями.

#### 2. Метод слияния с каплей воды.

При контакте капли эмульсии с каплей воды непосредственно соприкасается с водой дисперсионная среда. Поэтому в случае эмульсии типа М/В происходит её слияние с каплей воды и постепенное распределение частиц дисперсной фазы по всему новому объёму. В случае же эмульсии типа В/М неполярная среда с водой не смешивается и объединения капель не происходит.

Каплю эмульсии, например, полученной в опыте с желатозой, стеклянной палочкой нанести на чистое сухое стекло. Рядом нанести каплю дистиллированной воды. Осторожно наклоняя стекло, привести капли в соприкосновение друг с другом.

По слиянию капель или по отсутствию его сделать вывод о типе эмульсии.

#### 3. Метод смачивания гидрофобной поверхности.

При нанесении капли эмульсии на твёрдую поверхность в непосредственный контакт с ней вступает дисперсионная среда. На гидрофильной поверхности эмульсия типа М/В, обладающая полярной дисперсионной средой, будет растекаться, образуя острый краевой угол (рис. 3.1 а), а эмульсия типа В/М из-за отсутствия смачивания будет образовывать прямой или тупой краевой угол (рис 3.1 б).



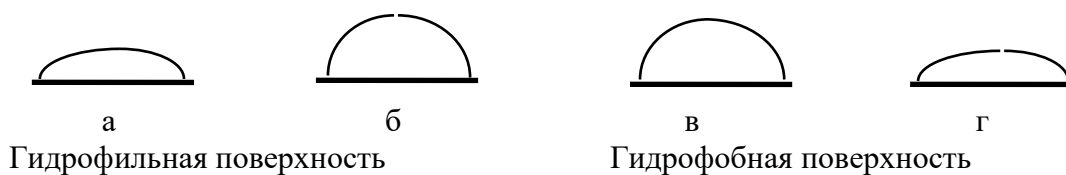


Рис. 3.1

На гидрофобной поверхности, наоборот, эмульсия типа М/В, будет образовывать тупой краевой угол (рис. 3.1 в), а эмульсия типа В/М – острый (рис 3.1 г). На практике проще осуществить контакт с гидрофобными поверхностями, так как гидрофильные требуют длительной и тщательной очистки (обезжиривания).

На парафинированную стеклянную пластинку палочкой нанести небольшую (диаметром 2 – 3 мм) каплю эмульсии и рассмотреть её сбоку. Определить, является ли краевой угол смачивания острым. Сделать заключение о типе эмульсии. Схематически зарисовать изображение капли и показать на этом рисунке краевой угол.

#### 4. Метод впитывания фильтровальной бумагой.

Так как при нанесении капли эмульсии на бумагу непосредственно с ней контактирует дисперсионная среда, в случае эмульсии типа В/М впитывания её в бумагу не происходит. В случае же эмульсии типа М/В водная дисперсионная среда быстро впитывается и распространяется в виде обширного влажного пятна, в центре которого остается небольшое количество вещества дисперсной фазы в виде масляного пятна.

На небольшой листок фильтровальной бумаги стеклянной палочкой нанести каплю эмульсии. По характеру её поведения сделать вывод о типе эмульсии. Схематически зарисовать наблюдаемую картину.

### III. Свойства эмульсий

#### 1. Обращение фаз

Налить в пробирку 2 мл 2%-ного раствора стеарата натрия и 2 мл растительного масла (или другой неполярной жидкости по указанию преподавателя), добавить 3 капли раствора красителя судан-III в толуоле. Интенсивно встряхивать в течение 0,5 минуты. Каплю полученной эмульсии палочкой нанести на стекло и рассмотреть под микроскопом. Определить тип эмульсии и зарисовать видимую картину.

К оставшейся в пробирке эмульсии добавить несколько капель 2%-ного раствора  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  или другой соли двухвалентного металла и снова интенсивно встряхивать в течение 0,5 минуты. Каплю эмульсии нанести на предметное стекло и вновь рассмотреть под микроскопом. Определить тип эмульсии и зарисовать видимую картину.

В результате взаимодействия  $\text{CaCl}_2$  со стеаратом натрия по уравнению



образуется стеарат кальция, обладающий большей гидрофобностью, чем стеарат натрия. Поэтому в соответствии с правилом Банкрофта после перемешивания он стабилизирует эмульсию типа В/М.

**Примечание.** Так как одновременно со стеаратом кальция в системе образуется хлорид натрия, играющий роль электролита-коагулятора, эмульсия В/М довольно быстро разрушается из-за коалесценции. Поэтому во втором опыте требуется более интенсивное встряхивание и быстрое рассматривание под микроскопом.

Сформулировать выводы по работе.