

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

(COLLOID AND SURFACE SCIENCE)

Котиков Дмитрий Анатольевич

доцент кафедры физической химии

канд. хим. наук, доцент

комн. 512 kotsikau@bsu.by

www.bsu.by/ru/main.aspx?guid=25301

Область научных интересов:

Синтез наноструктурированных оксидов металлов методами: золь-гель, распылительный пиролиз, термолиз, гидротермальный. Полупроводниковые газовые сенсоры, контрастные материалы для МРТ, сепарации НК и их анализа методом RT-PCR, иммунной диагностики, NextGen-секвенирование

ПРОГРАММА ЗАНЯТИЙ

- лекции – 16**
- лаб. занятия – 5**
- семинары – 3**
- внеаудиторная работа**

Мир коллоидных систем широк и разнообразен. При определенных условиях каждое вещество может быть в коллоидном состоянии.

П.П. Веймарн, профессор Санкт-Петербургского Университета, 1910 г.

Большинство химиков не знает и не понимает коллоидную химию, а ведь это прекрасная наука!

А.И. Русанов, д.х.н., академик РАН, зав. кафедрой коллоидной химии Санкт-Петербургского Университета

Дефицит знаний по коллоидной химии в последнее время ощущает все большее число исследователей, т.к. рано или поздно они начинают осознавать, что изучаемые ими объекты в большинстве своем – это коллоидные системы, а бесчисленное множество экспериментальных проблем – это коллоидно-химические проблемы. *Т.А. Савицкая*

Yesterday I couldn't define colloid chemistry, today I'm doing it.



The opinion of many recent chemistry and engineering graduates in USA (the majority of the US Universities do not have Colloid Chemistry in their curriculum)

А мы будем изучать коллоидную химию! Это классно! Это означает, что в нашем Университете мы получаем фундаментальное образование и наш кругозор будет широким.

Студенты химфака БГУ



Какие явления объясняет КХ?

По меткому выражению И.И. Жукова

“...человек – это ходячий коллоид”. Познать полностью человека, как и коллоидную химию, практически невозможно. Особенно четко это понимаешь на экзамене.

М.Б. Черепенников

Алло! Это химфак?
Так что же изучает
коллоидная химия?!



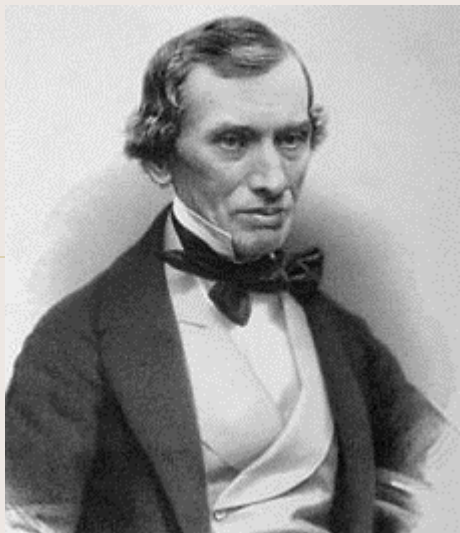
«КОЛЛОИД» по-гречески
 $\chi\omicron\lambda\lambda\alpha$ (колла) – “клей”
 $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ (эйдос) – “вид”

Понятно, коллоидная химия – это наука о получении клея и его клеящих свойствах?



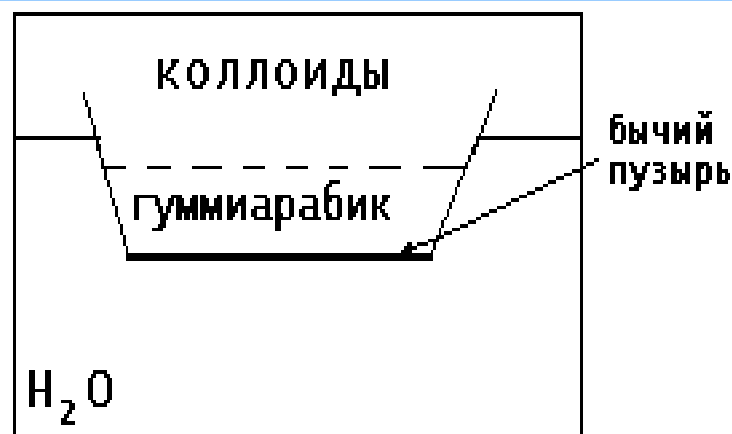
Не совсем так, коллега. Название сохранилось скорее как дань традиции с тех пор, как в 1861 Томас Грэм предложил термин “коллоиды”





Томас Грэм (Thomas Graham)
английский химик,
по праву считается отцом
коллоидной химии

Т. Грэм “Диффузия жидкостей в применении к анализу”



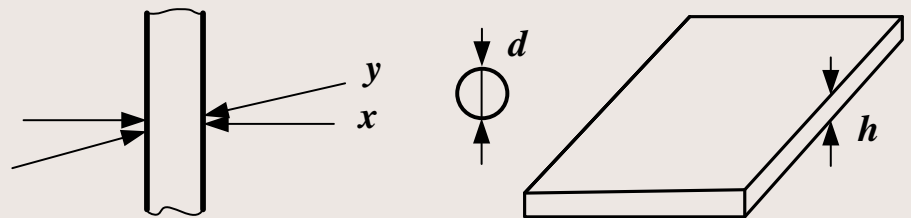
Коллоидная химия – устоявшееся название науки, изучающей вещество в дисперсном (раздробленном) состоянии с особым вниманием к роли явлений, происходящих на поверхностях раздела фаз

Коллоидная химия – это физико-химия дисперсных систем и поверхностных явлений

Дисперсная система (дисперсия) – это *гетерогенная* система в которой вещества находятся в раздробленном состоянии

$(1 \text{ нм} < \mathbf{d} < 1 \text{ мкм})$

развитая поверхность



Уровни организации материи

↙
Макроскопический
*гомогенные и
гетерогенные системы*

↓
Молекулярный
*молекулы, ионы,
атомы*

↘
Субмолекулярный
элемент. частицы

Реальные объекты (надуровень)

дисперсные системы, микрогетерогенные (нано):

Порошки и пасты, суспензии и эмульсии, аэрозоли и гели, поликристаллические и пористые тела, пленки и пены, волокна, ткани, туман, почва, живые клетки, облака, полезные ископаемые, большинство строительных материалов и пищевых продуктов

Что не является объектом изучения КХ?

Центральная задача – изучение изменения свойств веществ при увеличении степени раздробленности (уменьшении размера частиц)!

Коллоиднохимическое описание – уточнение ТД!

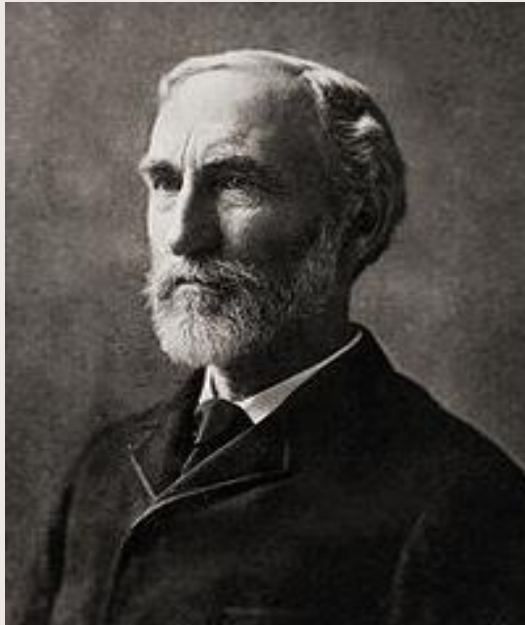
Практическое и теоретическое значение!

(Какие свойства прогнозирует?)

Дисперсное состояние – необходимое условие функционирования большинства реальных объектов!

Применима к компактным объектам! Почему?

Термодинамическое наследие Гиббса



"О равновесии гетерогенных веществ"

"Лично я пришел к выводу, что вся ошибка состояла в том, что книга вышла чересчур пространной. Мне кажется, что когда я ее писал, у меня не было чувства времени как собственного, так и чужого"

Джозайя Уиллард Гиббс

англ. *Josiah Willard Gibbs*

$$f = k + 2 - \Phi$$

«ОТЦЫ» КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ



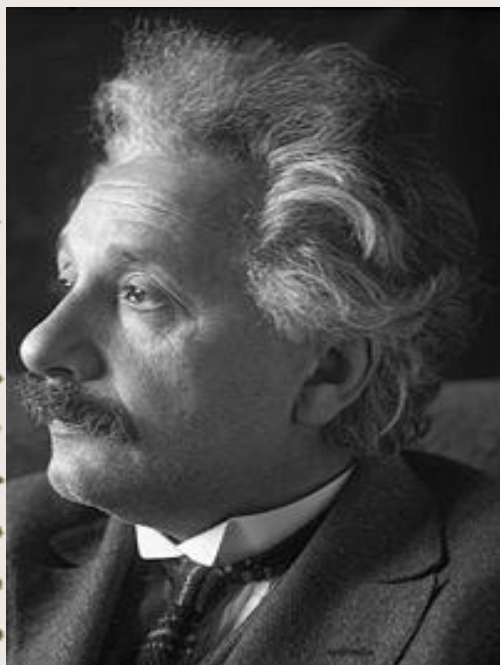
А.В.Думанский



И.И.Жуков



П.А. Ребиндер



А. Эйнштейн

Н. Бор

Дж. Стретт

Дж. Томсон

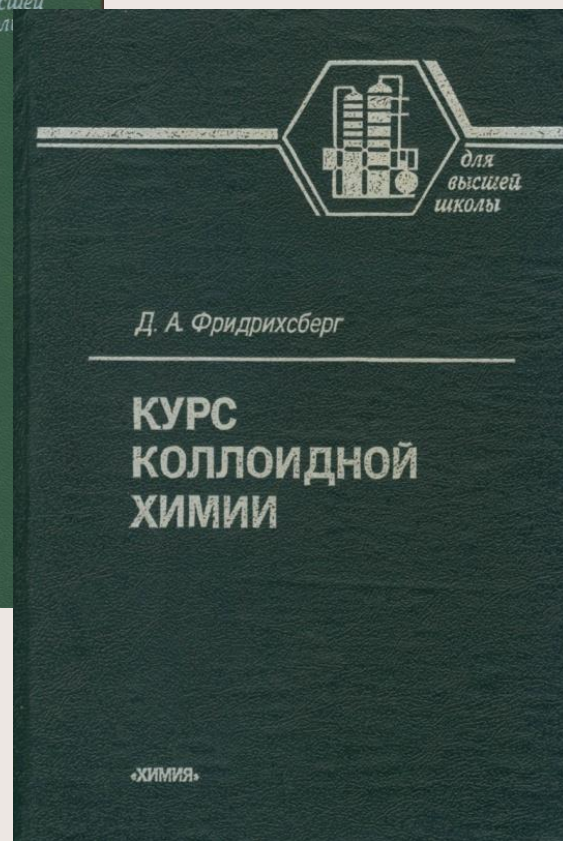
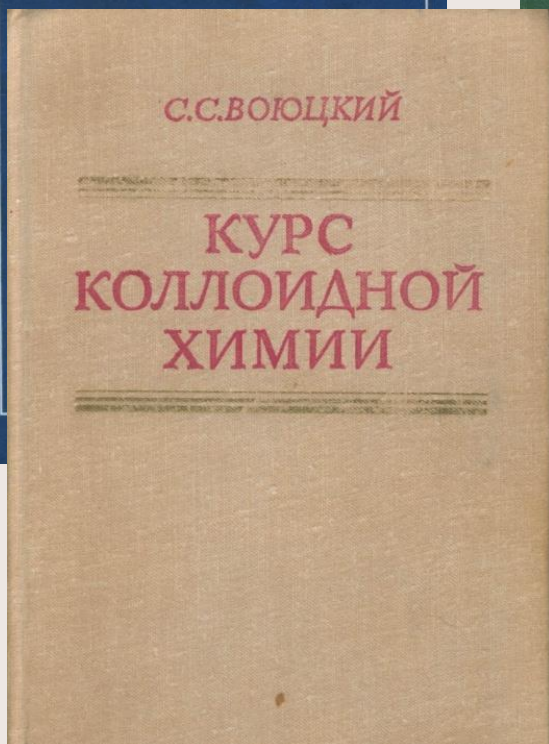
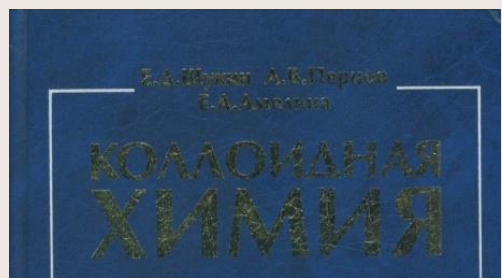
Э. Шредингер



Основные разделы программы курса

- Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз
- Образование дисперсных систем
- МКС дисперсных систем
- Свойства растворов ВМС
- Адсорбция на поверхности раздела фаз
- Оптические свойства коллоидных систем
- Электрические свойства коллоидных систем
- Устойчивость дисперсных систем
- Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды
- Реология
- Пены, эмульсии, аэрозоли

Представляем учебники по коллоидной химии



Пособия по КХ



Периодические издания



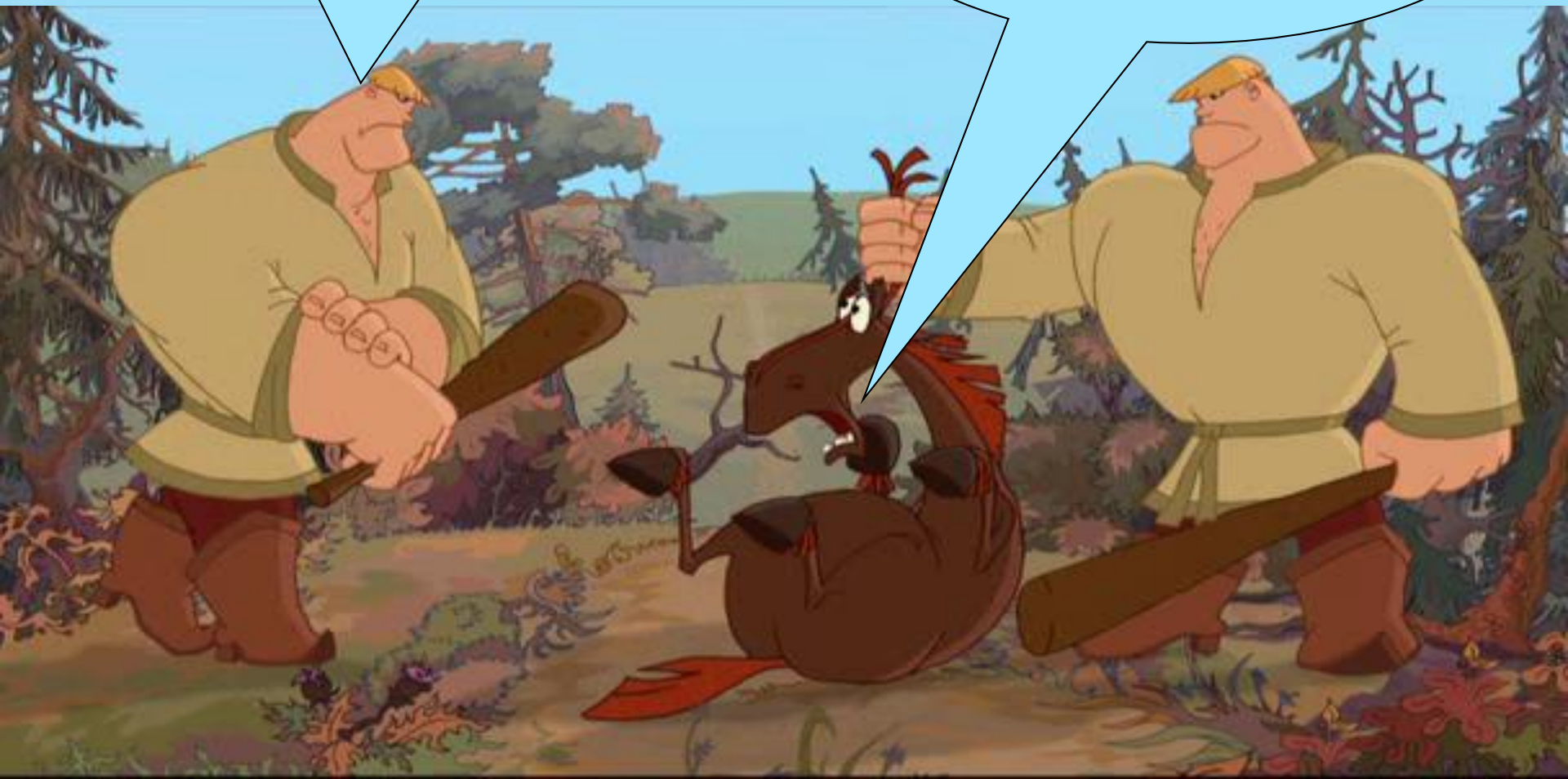
Список литературы

Основная

1. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий – М.:Химия, 1975. – 512 с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии / Ю.Г. Фролов – М.: Химия, 1989. – 462 с.
3. Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина – М.: Высш. шк., 2005. – 445 с.
4. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг – Л.: Химия, 1995. – 385 с.
5. Т.А. Савицкая, Д.А. Котиков. Коллоидная химия: конспект лекций – Мн.: БГУ, 2009. – 123 с.
6. Т.А. Савицкая, Д.А. Котиков. Коллоидная химия: вопросы, ответы, задания – Мн.: БГУ, 2009. – 132 с.
7. Т.А. Савицкая, Д.А. Котиков, Т.А. Шичкова. Коллоидная химия: строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем – Мн.: БГУ, 2013. – 82 с.
8. Т.А. Савицкая, М.П. Шиманович, М.Б. Черепенников Коллоидная химия. Лабораторный практикум. в 2-х ч. // Минск: БГУ.

**Задача
преподавателя не
наполнить факел,
а зажечь его**

**Можно привести
лошадь к
водопою, но
нельзя заставить
ее пить**



Самостоятельная Работа студентов

ВНЕАУДИТОРНАЯ

Как деятельность студентов по осмыслению и закреплению знаний и навыков, требующая умственного напряжения и осуществляемая




без непосредственной помощи преподавателя

АУДИТОРНАЯ

Как деятельность студентов по осмыслению и закреплению знаний и навыков, требующая умственного напряжения и осуществляемая

под контролем преподавателя с различным числом задаваемых ориентиров

Новизна форм СРС:

-  демонстрационный эксперимент;
-  исследовательские лабораторные работы;
-  участие студентов в создании исследовательских лабораторных работ и курировании их выполнения.

Демонстрационный эксперимент

- ✘ Подготовка: 3-4 недели самостоятельной работы
- ✘ Показ: на каждом занятии в течение 10-15 минут
- ✘ Комментарии и пояснения для группы во время показа

~~Индивидуальная форма
Групповая форма СРС~~



Коллективная форма
СРС

Демонстрационный эксперимент

ЛАБЫ ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ



Получение антипузырей

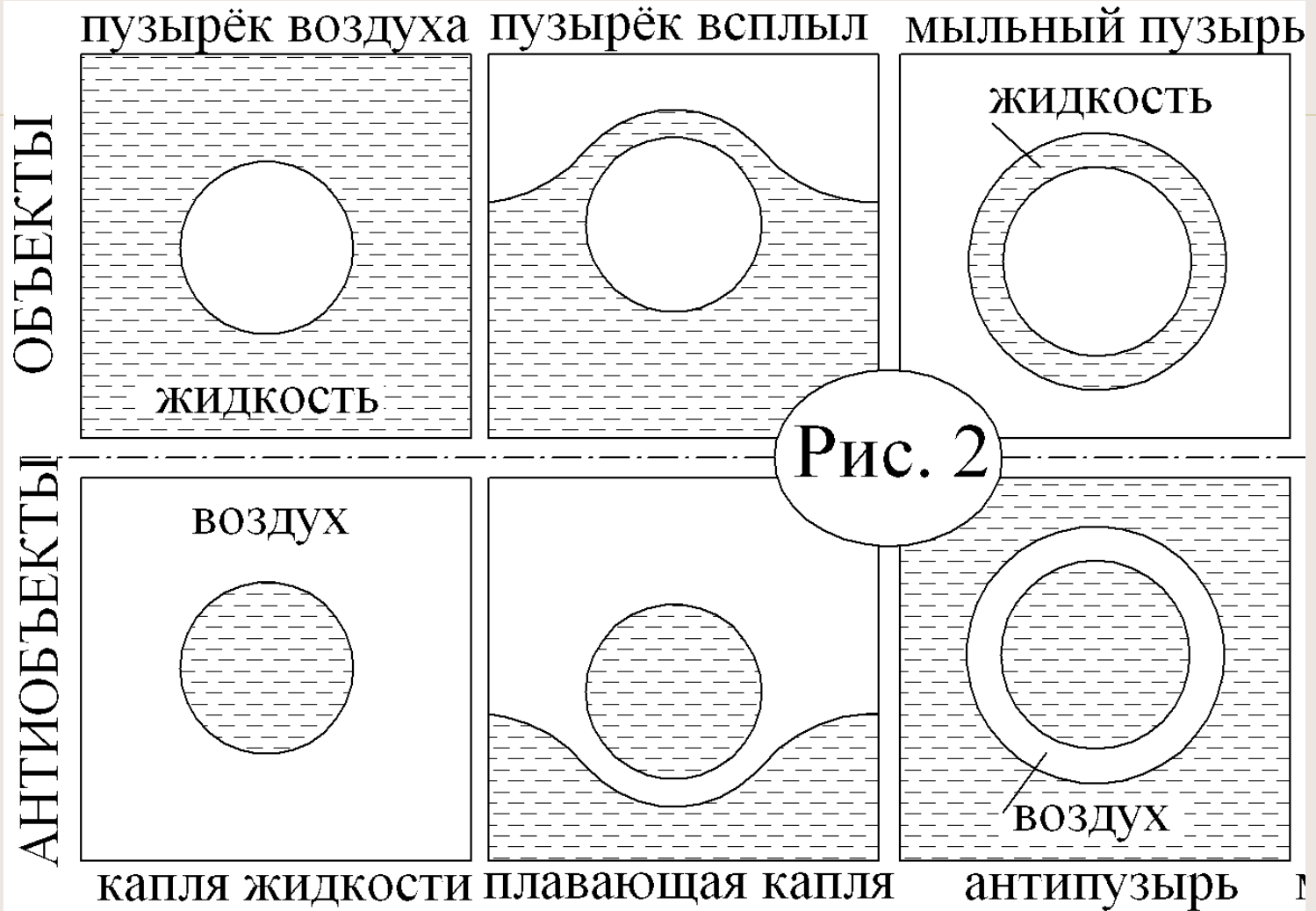
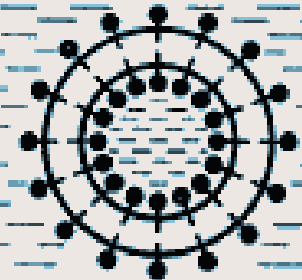
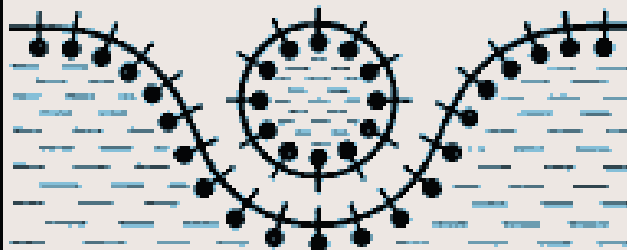
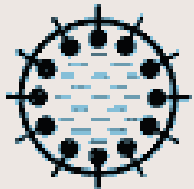
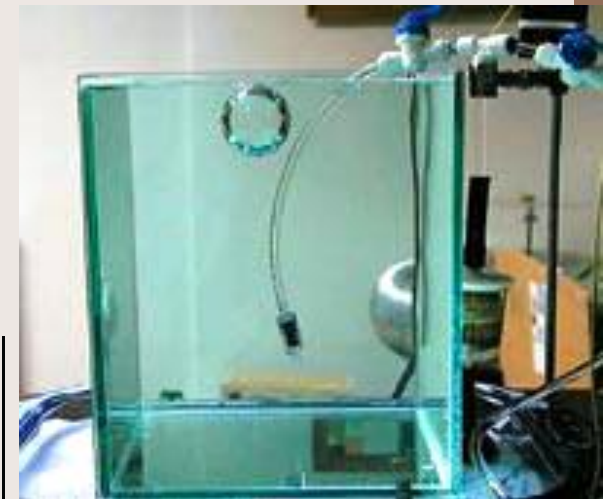
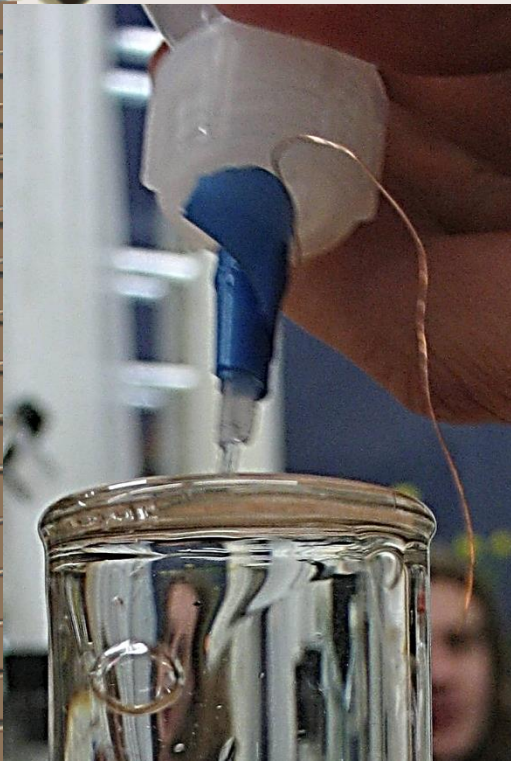


Рис. 2

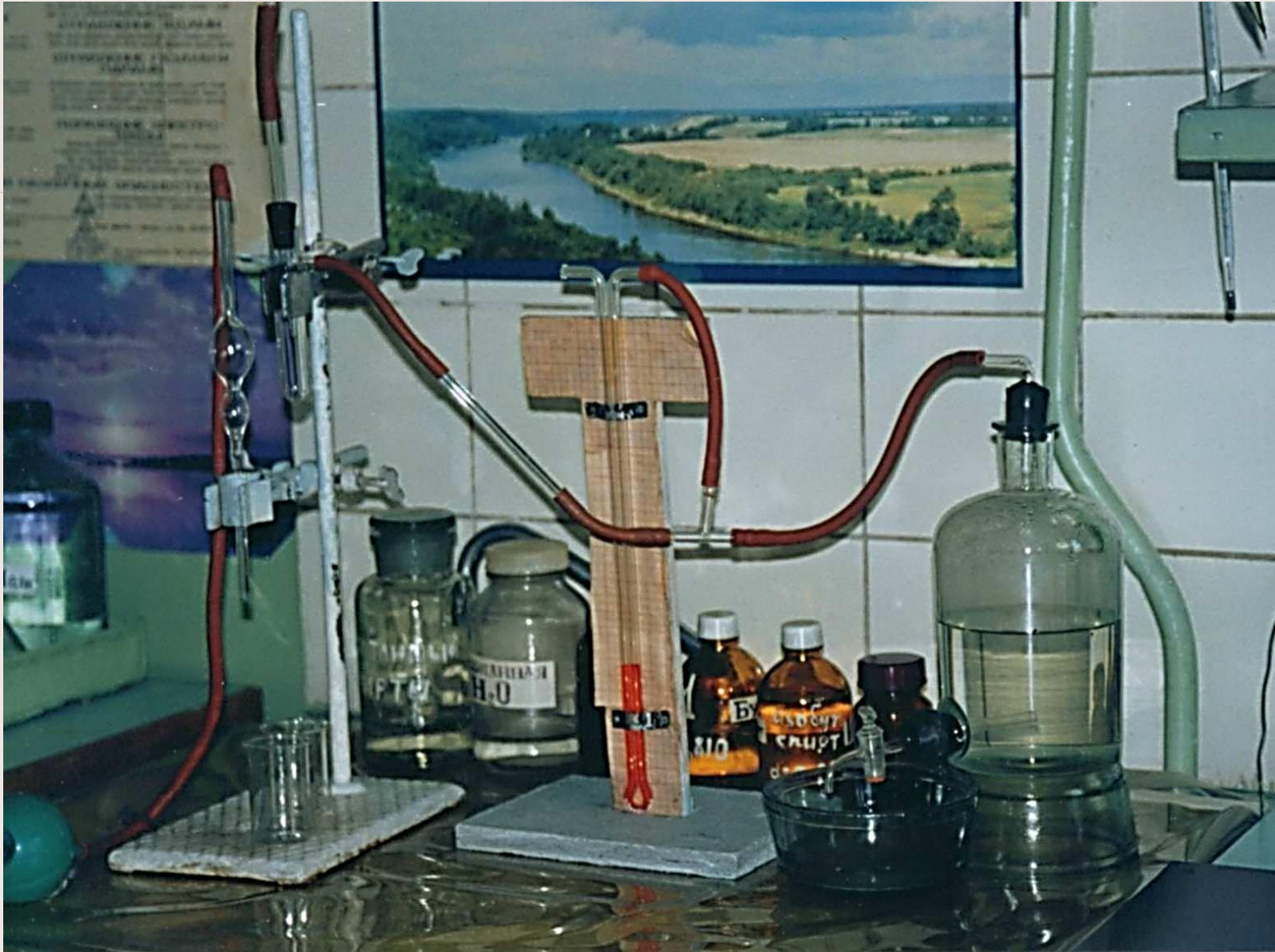
Рождение антипузыря

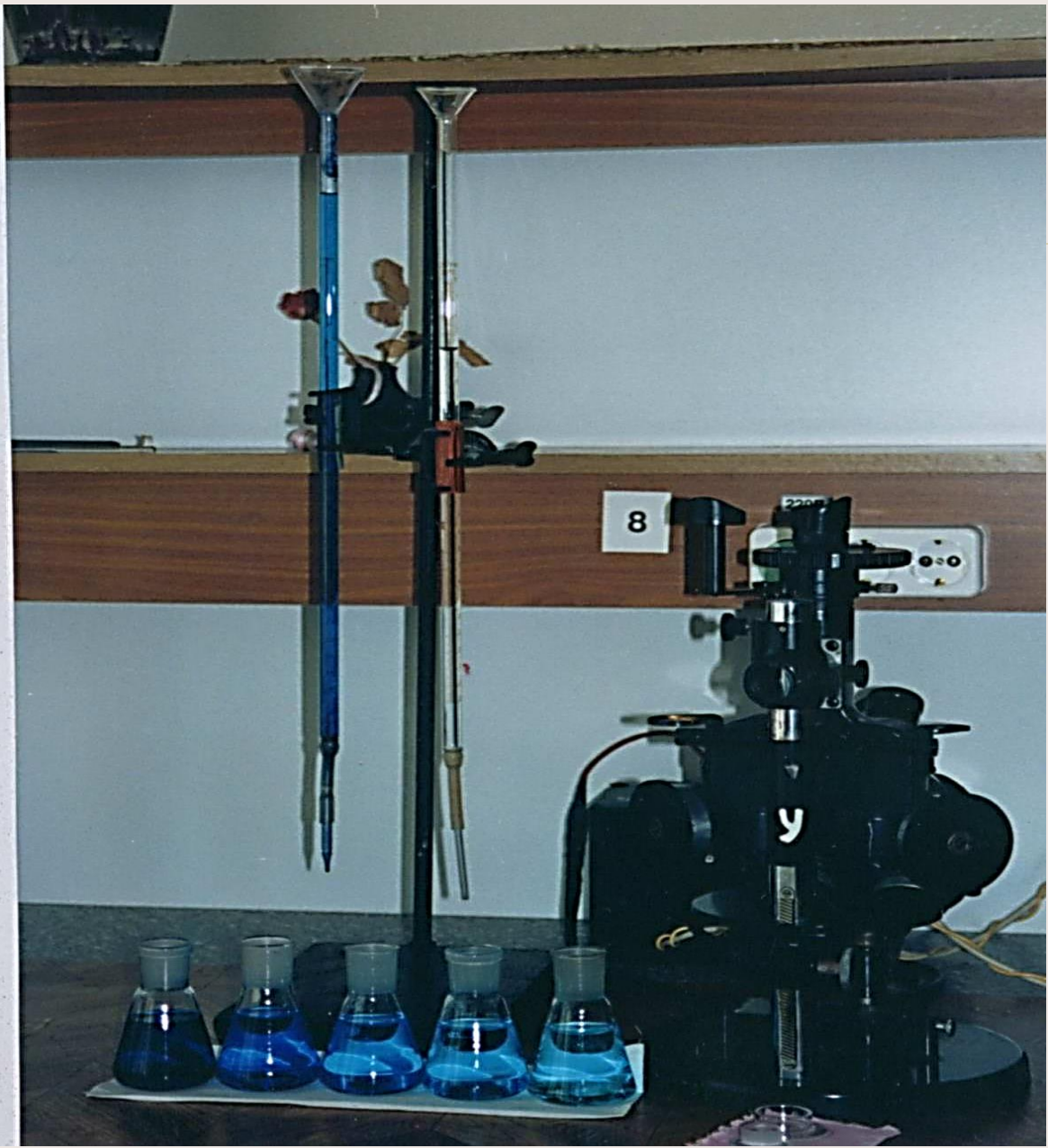


Представляем лабораторный практикум



практикум проходит в лаб. 421















Лабораторные работы

Традиционные

направленные на формирование важнейших навыков эксперимента и углубленное изучение теоретических вопросов коллоидной химии

$$2 \times 2 = 4$$

Исследовательского характера

обеспечивают подготовку специалистов, готовых к будущей профессиональной деятельности

$\int \ln x dx$

COOKBOOK

формула обучения



PROBLEM SOLVING

формула обучения





Лабораторные работы исследовательского характера,

основанные на современных научных разработках ученых и реальных технологических процессах

Новое в науке – новое в образовании

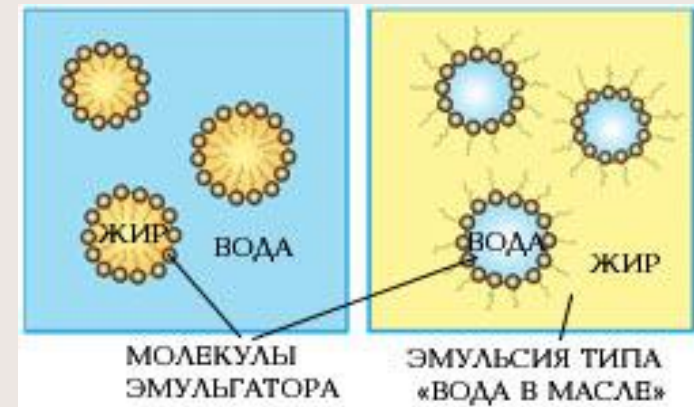
1. Очистка сточных вод с помощью ЖЭМ.
2. Получение питьевой воды из загрязненных источников
3. Оценка эффективности энтеросорбентов, используемых в медицинской практике.

«Моделирование процесса очистки сточных вод от аммиака с помощью жидких эмульсионных мембран»

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

1. Не мониторинговый характер
2. Отсутствуют аналоги
3. Многофакторный эксперимент
4. Коллективный вариант исполнения
5. Модель реального процесса

разработанного Exxon Research and Engineering Company совместно с Takuma Company для очистки муниципальных сточных вод в Японии



Принципы кооперативного обучения

1. Взаимная зависимость

(**POSITIVE INTERDEPENDENCE**)

2. Личная ответственность

(**INDIVIDUAL ACCOUNTABILITY**)

3. Межличностное взаимодействие

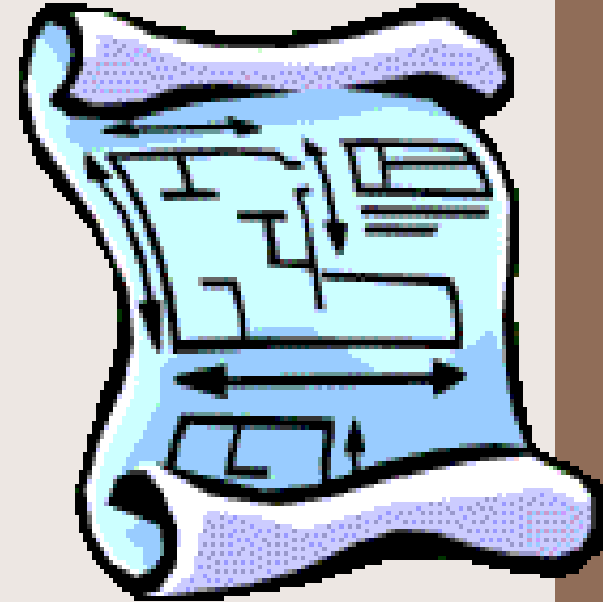
(**FACE-TO-FACE INTERACTION**)

4. Развитие коммуникабельности

(**DEVELOPMENT OF INTERPERSONAL SKILLS**)

5. Рефлексия

(**GROUP PROCESSING**)



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ АММИАКА С ПОМОЩЬЮ ЖИДКИХ ЭМУЛЬСИОННЫХ МЕМБРАН (ЖЭМ)

Пулинович Е. М., Романцова А. С., Туриянская О. М., Попков А. А.

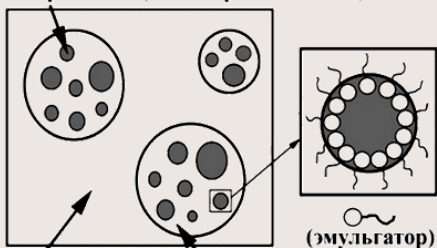
Белорусский государственный университет

Биологический факультет

Цели работы:

- 1) получить стабильную жидкую эмульсионную мембрану;
- 2) провести экстракцию аммиака из модельной сточной воды;
- 3) изучить зависимость эффективности экстракции аммиака от коэффициента обработки и концентрации аммиака в сточной воде;
- 4) провести разрушение эмульсии обработкой растворителями

Фаза реагента (20 % серная кислота)



Фаза питания (раствор аммиака) Фаза мембраны (вазелиновое масло)

ЖЭМ для извлечения аммиака из сточной воды

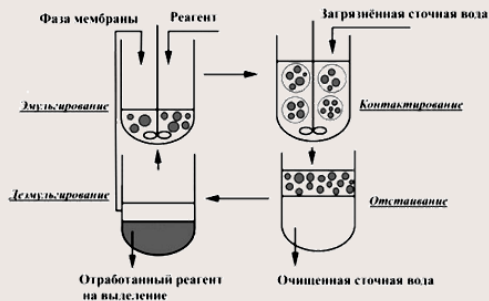
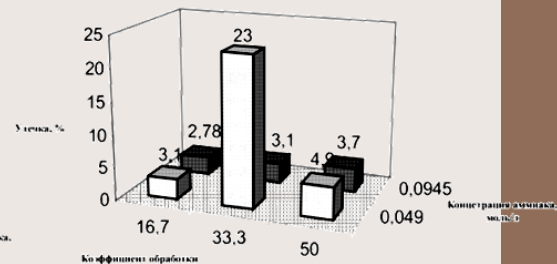
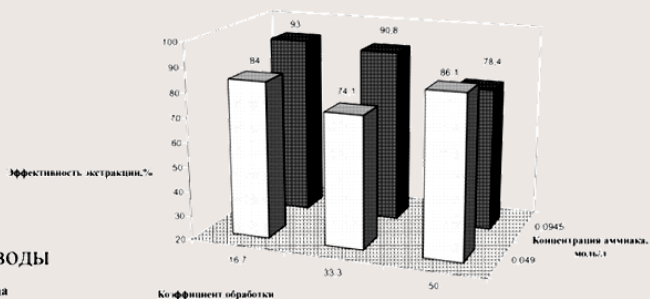


Схема работы ЖЭМ


РЕЗУЛЬТАТЫ

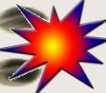


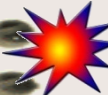
ВЫВОДЫ:

- 1) Получены устойчивые ЖЭМ, позволяющие извлекать аммиак из сточной воды с эффективностью до 93%. Минимальное значение утечки составило 2,8%
- 2) Показано, что эффективность экстракции уменьшается с увеличением коэффициента обработки.

ОТЗЫВЫ СТУДЕНТОВ

 Что было сложно? Возможно, несколько сложные вычисления, но они необходимы, чтобы узнать эффективность проделанной работы

 Мне работа очень понравилась – интересная экспериментальная часть. Жизненно ... очень!

 Эта работа отличается от остальных...её хочется выполнять более тщательно, чувствуется ответственность за результаты.

10-балльная система:

ИТОВОВАЯ ОТМЕТКА = экзаменационный балл

Рейтинговая система:

ОТМЕТКА = баллы на экзамене $\times 0,3$ + баллы за работу в семестре $\times 0,7$

Итоговая оценка автоматом – 9



Студент должен:

- посещать все занятия
- выполнить **5 лабораторных работ, отчеты**
- (попробовать) сдать **2 коллоквиума**
- посетить **3 семинара (3 контр. раб.)**
- написать **2 модульные контрольные работы**

Рейтинговая система

Максимальное общее количество баллов - **100**, из них:

30 баллов – за экзамен,

70+ баллов – за работу в семестре, которые включают:

30+ баллов – за выполнение и сдачу лабораторных работ,

16 баллов – за сдачу коллоквиумов,

15 баллов – за работу на семинарских занятиях,

14 баллов – за модульные контрольные работы.

I. Распределение общего количества баллов по видам работ

1. Семинарские занятия. 3 контрольных, каждая оценивается max в 3 балла ($3*3 = 9$ баллов). Выступление с докладом – до 3-х баллов ($9+2*3=15$ баллов). За неявку на семинар снимается 2 балла.

2. Лабораторные занятия. Выполнить и защитить 5 работ, каждая из которых оценивается max в 6 баллов:

1 балл - за правильность результатов и оформление;

3 балла - за сдачу теории;

1 балл - за резюме работы на английском языке;

1 балл - за составление тестов (5 вопросов, 4 варианта ответа).

Итого: $5*6=30$ баллов + *демонстрационный эксперимент*

Рейтинговая система

3. Модульные контрольные работы. 2 контрольные работы по лекциям 2-х модулей дисциплины (лекции 1–7, лекции 8–14). Каждая контрольная оценивается в 7 баллов. Всего $7+7=14$ баллов.

Автомат **9 - 67 баллов** и более!

Можно сдать экзамен и повысить отметку до **10**

II. Выставление экзаменационной отметки

Экзаменационная отметка = сумма рейтинга и экзамена:

неуд < 42 баллов	7 – 66-72 балла
4 – 43-49 баллов	8 – 73-83 балла
5 – 50-57 баллов	9 – 84-92 балла
6 – 58-65 баллов	10 – 93-100 баллов

Экзамен считается несданным, если количество баллов, набранных на экзамене, составляет **менее 10** (из 30)!