

Документы в архиве:  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
 Должность: врио ректора  
 Дата подписания: 08.09.2023 14:55:28  
 Уникальный программный ключ:  
 69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ООП

А.В. Зиновьев

«05» апреля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Физическая химия**

Закреплена за кафедрой **Физической химии**

Учебный план **Биология**

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		зачеты 3
аудиторные занятия	34	
самостоятельная работа	74	

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	17			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

канд. хим. наук, доц., Хиженяк С.Д. \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Физическая химия**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 06.03.01 Биология (приказ Минобрнауки России от 8/7/2020 г. № 920)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Физическая химия представляет собой теоретический фундамент современной химии. В свою очередь, химия является важнейшей составной частью естествознания, поэтому физико-химические теории химических процессов используют для решения самого широкого круга современных научных и технических проблем.
1.2	Преподавание физической химии в университетах ставит своей главной целью понимание смысла основных законов, научить студента видеть области применения этих законов, четко понимать их принципиальные возможности при решении конкретных задач. Основные разделы современной физической химии - термодинамика, химическая кинетика, катализ, электрохимия, теория растворов.

### Задачи :

Задачами освоения дисциплины является формирование у студента знаний по физико-химическим основам химических процессов, на базе которых возможны исследования строения химических соединений, количественных закономерностей и механизма химических процессов с помощью различных методов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Математика
2.1.2	Физика
2.1.3	Общая и аналитическая химия
2.1.4	Органическая химия
<b>2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Общая и аналитическая химия» и «Органическая химия».
2.2.2	Биохимия и молекулярная биология
2.2.3	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
2.2.4	Методы исследования окружающей среды и биологических объектов
2.2.5	Экологический мониторинг

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**ОПК-6.1:** Применяет в профессиональной деятельности основные законы и методы теоретических и экспериментальных исследований физики, химии, математики, наук о Земле и биологии

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия химической термодинамики.</b>					
1.1	Первый закон термодинамики. Его формулировки и следствия. Функции состояния и параметры состояния. Теплота, работа и изменение внутренней энергии для различных процессов. Энтальпия	Лаб	3	2		
1.2	Второй закон термодинамики. Энтропия, как функция состояния	Лаб	3	2		
1.3	Первый закон термодинамики. Его формулировки и следствия. Функции состояния и параметры состояния. Теплота, работа и изменение внутренней энергии для различных процессов. Энтальпия	Ср	3	6		
1.4	Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Различные шкалы температур. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при различных процессах	Ср	3	6		
	<b>Раздел 2. Растворы. Способы выражения концентрации. Коллигативные свойства</b>					
2.1	Классификация растворов по агрегатному состоянию. Способы выражения концентрации	Лек	3	2		

2.2	Различные способы выражения концентрации раствора	Ср	3	6		
2.3	Идеальные растворы. Закон Рауля и закон Генри. Коллигативные свойства растворов – осмос, криоскопия, эбуллиоскопия.	Лек	3	4		
2.4	Свойства растворов. Влияние поверхностно-активных веществ на пенообразование	Лаб	3	2		
2.5	Контрольная работа по теме "Коллигативные свойства растворов"	Лаб	3	1		
	<b>Раздел 3. Теория электролитической диссоциации растворов электролитов</b>					
3.1	Электролиты. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля.	Лек	3	3		
3.2	Межмолекулярные взаимодействия	Ср	3	6		
3.3	Адсорбция пищевого красителя на активированном угле как результат межмолекулярного взаимодействия.	Лаб	3	2		
	<b>Раздел 4. Фотохимические реакции</b>					
4.1	Подготовка презентации по теме "Фотосинтез"	Ср	3	6		
4.2	Фотохимические реакции. Фотосинтез	Лек	3	2		
	<b>Раздел 5. Физико-химические методы исследования</b>					
5.1	Физико-химические методы исследования	Лек	3	2		
5.2	Спектроскопия УФ-видимого диапазонов. Основы	Лаб	3	2		
5.3	Спектроскопия УФ-видимого диапазонов растительных экстрактов	Ср	3	6		
5.4	Определение хлорофилла в растениях с помощью электронной спектроскопии.	Лаб	3	2		
5.5	Определение антиоксидантов в растениях с помощью электронной спектроскопии	Лаб	3	2		
5.6	Спектральные методы исследования	Ср	3	6		
5.7	ИК спектроскопия для решения экологических проблем	Лек	3	2		
5.8	ИК спектроскопия. Основы	Лаб	3	2		
5.9	ИК спектроскопия. Основы	Ср	3	6		
5.10	Антиоксиданты. Биологически активные фенольные соединения в растениях	Ср	3	6		
	<b>Раздел 6. "Зеленая химия". Основные принципы и положения</b>					
6.1	12 принципов "Зеленой химии"	Ср	3	6		
6.2	"Зеленая химия"	Лек	3	2		
	<b>Раздел 7. Нобелевские премии текущего года</b>					
7.1	Нобелевская премия по химии	Ср	3	5		
7.2	Нобелевская премия по физиологии и медицине	Ср	3	5		
7.3	Нобелевская премия по физике	Ср	3	4		

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Для текущего контроля предполагается выполнение лабораторных работ, их оформление, обработка полученных экспериментальных данных и защита.

Методические указания к выполнению работ представлены в приложении.

Перечень лабораторных работ:

1. Осмос. Осмотическое давление
2. Получение пен и изучение их свойств
3. Закон Бугера-Ламберта-Бера
4. Идентификация спектров УФ-видимого диапазонов

Для текущего контроля предполагается подготовка конспекта по Термодинамике (пять вариантов) на основе материалов нескольких сайтов. При этом требуется, чтобы студент сделал онлайн (машинный) перевод выбранного им материала, отредактировал его, выделив в тексте основные понятия.

Тематика конспекта по термодинамике:

Вариант 1. Законы термодинамики. Энтальпия

<https://www.thoughtco.com/definition-of-enthalpy-605091>

Энтальпия. Определение в химии и физике

<https://www.thoughtco.com/definition-of-enthalpy-change-605090>

Изменение энтальпии

<https://www.thoughtco.com/ice-to-water-vapor-enthalpy-change-problem-609554>

Энтальпия фазового перехода льда в водяной пар

<https://www.thoughtco.com/hesss-law-example-problem-609501>

Расчет изменения энтальпии по закону Гесса

Вариант 2. Энергия Гиббса

<https://www.thoughtco.com/definition-of-gibbs-free-energy-605869>

Свободная энергия Гиббса

<https://www.thoughtco.com/definition-of-free-energy-605148>

Определение свободной энергии в химии

<https://www.thoughtco.com/definition-of-spontaneous-process-604657>

Самопроизвольные процессы в химии. Определение и примеры

Вариант 3. Первый закон термодинамики

<https://www.thoughtco.com/first-law-of-thermodynamics-definition-604343>

Первый закон термодинамики. Определения

<https://www.thoughtco.com/common-compound-heat-of-formation-table-609253>

Теплоты образования простых соединений

<https://www.thoughtco.com/enthalpy-change-example-problem-609553>

Enthalpy Change Example Problem

Вариант 4. Термодинамика биологических систем

<https://www.thoughtco.com/laws-of-thermodynamics-p3-2699420>

Законы термодинамики.

<https://www.thoughtco.com/thermodynamics-overview-2699427>

An Overview of Thermodynamics

<https://www.thoughtco.com/laws-of-thermodynamics-373307>

Laws of Thermodynamics as Related to Biology

Вариант 5

Энтропия

<https://www.thoughtco.com/entropy-definition-calculation-and-misconceptions-2698977>

What Is Entropy and How to Calculate It  
Meaning of Entropy in Physics

<https://www.thoughtco.com/definition-of-entropy-604458>  
What Is Entropy and How to Calculate It

Entropy Definition in Science  
Chemistry and Physics Glossary Definition of Entropy

<https://www.thoughtco.com/standard-molar-entropy-608912>

Standard Molar Entropy Definition in Chemistry

<https://www.thoughtco.com/entropy-of-reaction-example-problem-609483>  
Entropy of Reaction Example Problem

## 5.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

#### Концентрация растворов

1. Сколько граммов поваренной соли получится, если выпарить 50 г 10% раствора NaCl?
2. Концентрированные растворы обычно тяжелее воды. Например, плотность 50% раствора NaOH составляет 1,53 г/см<sup>3</sup>. Какой объем занимают 100 г такого раствора? Сколько граммов NaOH растворено в этом объеме?
3. Всем известная настойка иода представляет собой 5% раствор иода в спирте. Сколько кристаллического иода и сколько спирта необходимо взять для приготовления 10 г настойки иода.
4. Какова масса (в граммах) бромида натрия NaBr, взятого в количестве 0,5 моль?
5. Сколько граммов KNO<sub>3</sub> необходимо взять для приготовления 1 л раствора с концентрацией 0,5 моль/л (0,5M)?
6. Концентрация некоторого вещества в растворе составляет 0,5 моль/л. Каково число частиц растворенного вещества в 1 л раствора?

МОЛЬ - это КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА, равное 6,02.10<sup>23</sup> структурных единиц данного вещества – молекул (если вещество состоит из молекул), атомов (если это атомарное вещество), ионов (если вещество является ионным соединением).

Примеры:

- 1 моль (1 M) воды = 6.10<sup>23</sup> молекул H<sub>2</sub>O,
- 1 моль (1 M) железа = 6.10<sup>23</sup> атомов Fe,
- 1 моль (1 M) хлора = 6.10<sup>23</sup> молекул Cl<sub>2</sub>,

7. Смешали 1 л 1M раствора серной кислоты и 1 л 3M раствора серной кислоты. Какова молярная концентрация полученного раствора серной кислоты?
8. Какова молярная концентрация 50% раствора NaOH? Плотность такого раствора составляет 1,53 г/см<sup>3</sup>.
9. Какова молярная и процентная концентрация чистой воды, если ее рассматривать как раствор вещества H<sub>2</sub>O в воде?
10. В стакан налили 180 г воды. Сколько молекул воды в стакане? Сколько это молей H<sub>2</sub>O?
11. Между собой прореагировали 1 моль кальция и 1 моль хлора. Сколько молей CaCl<sub>2</sub> получилось? Какова масса полученного хлорида кальция CaCl<sub>2</sub> ?

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

#### РАСТВОРЫ. Коллигативные свойства

1. Метод исследования разбавленных растворов, основанный на сравнении температуры начала кипения раствора и температуры кипения растворителя при постоянном давлении

калориметрия  
криоскопия  
осмометрия  
тензиметрия  
эбуллиоскопия  
фотометрия

2. Метод исследования разбавленных растворов, основанный на измерении избыточного давления, прилагаемого к раствору и останавливающего самопроизвольный переход молекул растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор

калориметрия  
криоскопия  
осмометрия  
тензиметрия  
эбуллиоскопия  
фотометрия

3. Осмос это:

- А) диффузия растворителя и растворенного вещества в раствор;  
Б) диффузия растворителя и растворенного вещества в раствор через полупроницаемую перегородку;  
В) односторонняя диффузия растворителя в раствор через полупроницаемую перегородку;  
Г) односторонняя диффузия растворенного вещества в раствор через полупроницаемую перегородку?

4. Растворение газов зависит:

- А) от температуры, природы реагирующих веществ;  
Б) от температуры, давления, концентрации;  
В) от температуры, давления, концентрации, природы реагирующих веществ;  
Г) от температуры, давления, природы реагирующих веществ?

5. Повышение температуры начала кипения разбавленного раствора нелетучего растворенного вещества в летучем растворителе по сравнению с температурой кипения растворителя выражается формулой

$$\Delta T = iE_m$$

Буквой  $m$  в этой формуле обозначена

масса растворителя

масса растворенного вещества

масса раствора

молярная концентрация растворенного вещества

моляльная концентрация растворенного вещества

число моль растворенного вещества в растворе

6. Утверждения, справедливые для эбуллиоскопической константы

зависит только от свойств растворителя;

зависит от свойств растворителя и растворенного вещества;

зависит от свойств растворителя и концентрации раствора;

зависит от температуры и концентрации раствора;

увеличивается с ростом соотношения удельной теплоты испарения к квадрату температуры кипения;

уменьшается с ростом соотношения удельной теплоты испарения к квадрату температуры кипения

7. Температура замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя:

- 1) не изменяется;  
2) изменяется неоднозначно;  
3) имеет более высокое значение;  
4) имеет более низкое значение.

8. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа - это поправка, учитывающая

увеличение равновесного давления пара над чистым растворителем при нагревании;

непостоянство давления при нагревании или охлаждении раствора;

различие молярных масс растворителя и растворенного вещества;

изменение числа частиц в растворе при диссоциации или ассоциации молекул;

изменение плотности раствора при диссоциации или ассоциации молекул;

изменение изотопного состава молекул растворенного вещества

9. Выберите выражение, которое может использоваться для определения кажущейся молярной массы растворенного вещества криоскопическим методом

10. Молярной концентрацией растворенного вещества называется отношение:

- 1) числа молей растворенного вещества к общему числу молей в растворе;  
2) массы растворенного вещества к массе раствора;  
3) массы растворителя к общей массе раствора;  
4) числа молей растворенного вещества к объему раствора

11. Размерность моляльной концентрации выражается в:

- 1) г/см<sup>3</sup> ;  
2) моль/дм<sup>3</sup> ;

3) г/моль;  
4) моль/кг

12. Методы анализа, основанные на способности веществ поглощать свет определенной длины волны, называются:  
1) потенциометрическими;  
2) спектрофотометрическими;  
3) фотоэмиссионными;  
4) радиометрическими.

13. Растворы, обладающие одинаковым осмотическим давлением, называются:  
1) изотоническими;  
2) изотермическими;  
3) гипотоническими;  
4) гипертоническими

14. Длительное плавание в воде приводит к сморщиванию кожи на пальцах. Какое коллигативное свойство проявляется при этом?

15. Как объяснить коллигативными свойствами растворов то, что антифриз, используемый для предотвращения замерзания воды в радиаторе автомобиля, предотвращает также закипание там воды в жаркую погоду???

16. Какие свойства растворов называются коллигативными?

17. В чем заключается закон Рауля?

18. Какие растворы являются идеальными?

Темы презентаций:

1. Неравновесная термодинамика. Основные понятия.
2. Антиоксиданты.
3. Биологически активные фенольные соединения в растениях.
4. Пищевые добавки.
5. Применение метода ИК спектроскопии для решения экологических проблем
6. "Зеленая химия"
7. Топливные элементы – новые источники энергии.
8. Применение метода УФ спектроскопии для анализа биоактивных веществ в экстрактах растений,
9. Осмос.
10. Особенности протекания ферментативных процессов.
11. Фотохимические реакции.
12. Химия плазмы.
13. Спектральные методы исследования лекарственных растений.
14. Оценка экологического состояния окружающей среды с помощью спектральных методов.
15. Межмолекулярные взаимодействия

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Thought.Co - Internet информационная платформа: Законы термодинамики. Энтальпия <a href="https://www.thoughtco.com/laws-of-thermodynamics-p3-2699420">https://www.thoughtco.com/laws-of-thermodynamics-p3-2699420</a> Laws of Thermodynamics
Э2	Thought.Co - Internet информационная платформа: <a href="https://www.thoughtco.com/definition-of-enthalpy-605091">https://www.thoughtco.com/definition-of-enthalpy-605091</a> Определение энтальпии в химии и физике
Э3	Thought.Co - Internet информационная платформа: <a href="https://www.thoughtco.com/hesss-law-example-problem-609501">https://www.thoughtco.com/hesss-law-example-problem-609501</a> Расчет изменений энтальпии по законам Гесса Calculating Enthalpy Changes Using Hess's Law
Э4	Thought.Co - Internet информационная платформа: Спонтанные процессы в науке: определение и примеры <a href="https://www.thoughtco.com/definition-of-spontaneous-process-604657">https://www.thoughtco.com/definition-of-spontaneous-process-604657</a> Spontaneous Process in Science: Definition and Examples
Э5	Thought.Co - Internet информационная платформа: <a href="https://www.thoughtco.com/laws-of-thermodynamics-373307">https://www.thoughtco.com/laws-of-thermodynamics-373307</a> Связь законов термодинамики с биологией Laws of Thermodynamics as Related to Biology
Э6	Thought.Co - Internet информационная платформа: Энтропия. Определение и расчет. <a href="https://www.thoughtco.com/entropy-definition-calculation-and-misconceptions-2698977">https://www.thoughtco.com/entropy-definition-calculation-and-misconceptions-2698977</a> What Is Entropy and How to Calculate It
Э7	Романенко Е. С. Физическая химия: учебное пособие / Е. С. Романенко, Н. Н. Францева: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277422">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277422</a>
Э8	Борщевский А. Я. Физическая химия. Том 1. Общая и химическая термодинамика: учебник / А. Я. Борщевский: <a href="http://znanium.com/go.php?id=543133">http://znanium.com/go.php?id=543133</a>
Э9	Борщевский А. Я. Физическая химия. Том 2. Статистическая термодинамика: учебник / А. Я. Борщевский: <a href="http://znanium.com/go.php?id=543170">http://znanium.com/go.php?id=543170</a>



Э10	Свиридов В. В. Физическая химия: учебное пособие / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=87726">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=87726</a>
Э11	Винокуров А. И. Физическая химия: лабораторный практикум / А. И. Винокуров, Р. И. Винокурова, О. В. Силкина. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 80 с.: схем., табл. - Библиогр.: с.76. - ISBN 978-5-8158-1780-7: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459522">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459522</a>
Э12	Морачевский А. Г. Физическая химия. Гетерогенные системы: учеб. пособие / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60048">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60048</a>
Э13	Зарубин Д.П. Физическая химия: Учебное пособие /Д.П. Зарубин. М.: ИНФРА-М, 2017. — 474 с.: <a href="http://www.znaniium.com">http://www.znaniium.com</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Windows 10 Enterprise
6.3.1.2	Microsoft Office профессиональный плюс 2013
6.3.1.3	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
6.3.1.4	Adobe Reader XI (11.0.13) - Russian
6.3.1.5	Google Chrome

### 6.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.2.1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
6.3.2.2	ЭБС «ЮРАИТ»
6.3.2.3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6.3.2.4	ЭБС IPRbooks
6.3.2.5	ЭБС «Лань»
6.3.2.6	ЭБС BOOK.ru
6.3.2.7	ЭБС ТвГУ
6.3.2.8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
6.3.2.9	Репозитарий ТвГУ

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Оборудование
5-210	мультимедийный комплекс, переносной ноутбук, учебная мебель
5-112	термостат, микроскоп, весы, вытяжной шкаф, ФЭК, сушильный шкаф, электроплитка, химическая посуда, дозаторы, центрифуга, рефрактометр, поляризатор, баня комбинированная, мешалка магнитная, холодильник

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу "Физической химии" представлены в приложении

Контрольная работа

РАСТВОРЫ. Коллигативные свойства

1. Метод исследования разбавленных растворов, основанный на сравнении температуры начала кипения раствора и температуры кипения растворителя при постоянном давлении

калориметрия криоскопия осмометрия тензиметрия эбуллиоскопия фотометрия

2. Метод исследования разбавленных растворов, основанный на измерении избыточного

давления, прилагаемого к раствору и останавливающего самопроизвольный переход молекул

растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор

калориметрия криоскопия осмометрия тензиметрия эбуллиоскопия фотометрия

3. Осмос это:

А) диффузия растворителя и растворенного вещества в раствор; Б) диффузия растворителя и растворенного вещества в раствор через полунепроницаемую перегородку;

В) односторонняя диффузия растворителя в раствор через полунепроницаемую перегородку;

Г) односторонняя диффузия растворенного вещества в раствор через полунепроницаемую перегородку?

4. Растворение газов зависит:

А) от температуры, природы реагирующих веществ; Б) от температуры, давления, концентрации;

В) от температуры, давления, концентрации, природы реагирующих веществ;

Г) от температуры, давления, природы реагирующих веществ?

5. Повышение температуры начала кипения разбавленного раствора нелетучего растворенного вещества в летучем растворителе по сравнению с температурой кипения растворителя выражается формулой

$\Delta T = iE_m$ . Буквой  $m$  в этой формуле обозначена

масса растворителя

масса растворенного вещества масса раствора

молярная концентрация растворенного вещества молярная концентрация растворенного

вещества число моль растворенного вещества в растворе

6. Утверждения, справедливые для эбуллиоскопической константы

зависит только от свойств растворителя;

зависит от свойств растворителя и растворенного вещества;

зависит от свойств растворителя и концентрации раствора;

зависит от температуры и концентрации раствора;

увеличивается с ростом отношения удельной теплоты испарения к квадрату температуры кипения;



уменьшается с ростом соотношения удельной теплоты испарения к квадрату температуры кипения

7. Температура замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя:

- 1) не изменяется;
- 2) изменяется неоднозначно;
- 3) имеет более высокое значение;
- 4) имеет более низкое значение.

8. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа - это поправка, учитывающая



увеличение равновесного давления пара над чистым растворителем при нагревании;



непостоянство давления при нагревании или охлаждении раствора;



различие молярных масс растворителя и растворенного вещества;



изменение числа частиц в растворе при диссоциации или ассоциации молекул;



изменение плотности раствора при диссоциации или ассоциации молекул;



изменение изотопного состава молекул растворенного вещества

9. Выберите выражение, которое может использоваться для определения кажущейся молярной массы растворенного вещества криоскопическим методом

<input type="checkbox"/> $M = M_1 x_1 + M_2 x_2$	<input type="checkbox"/> $M = \frac{g_2 RT}{\pi V}$
<input type="checkbox"/> $M = \frac{1000 K \Delta H_{пл}}{RT_{пл}^2}$	<input type="checkbox"/> $M = \frac{1000 E \Delta H_{исп}}{RT_{исп}^2}$
<input type="checkbox"/> $M = \frac{1000 E g_2}{g_1 \Delta T_{пл}}$	<input type="checkbox"/> $M = \frac{1000 K g_2}{g_1 \Delta T_{исп}}$

10. Молярной концентрацией растворенного вещества называется отношение:

- 1) числа молей растворенного вещества к общему числу молей в растворе;
- 2) массы растворенного вещества к массе раствора;
- 3) массы растворителя к общей массе раствора;
- 4) числа молей растворенного вещества к объему раствора

11. Размерность молярной концентрации выражается в:

- 1) г/см<sup>3</sup> ;
- 2) моль/дм<sup>3</sup> ;
- 3) г/моль;
- 4) моль/кг

12. Методы анализа, основанные на способности веществ поглощать свет определенной длины волны, называются:

- 1) потенциометрическими;
- 2) спектрофотометрическими;
- 3) фотоэмиссионными;
- 4) радиометрическими.

13. Растворы, обладающие одинаковым осмотическим давлением, называются:

- 1) изотоническими;
- 2) изотермическими;
- 3) гипотоническими;
- 4) гипертоническими

14. Длительное плавание в воде приводит к сморщиванию кожи на пальцах. Какое коллигативное свойство проявляется при этом?

15. Как объяснить коллигативными свойствами растворов то, что антифриз, используемый для предотвращения замерзания воды в радиаторе автомобиля, предотвращает также закипание там воды в жаркую погоду???

16. Какие свойства растворов называются коллигативными?

17. В чем заключается закон Рауля?

18. Какие растворы являются идеальными?

# АДСОРБЦИЯ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ ИЗ РАСТВОРОВ НА ТВЕРДОМ АДСОРБЕНТЕ

**Цель работы:** изучение адсорбции пищевых красителей на активированном угле.

## ФОРМА ОТЧЕТА

Отчет должен содержать название, цель работы, краткие теоретические положения, описание хода работы, таблицу экспериментальных данных, результаты расчетов, график зависимости, вывод по проделанной работе.

## Вопросы и задания для подготовки к работе

*Назовите адсорбенты, применяемые в различных процессах; Каким образом получают активированные угли?*

*Как влияют размеры пор адсорбента на его адсорбционную способность?*

## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Адсорбция на границе твердое тело – раствор представляет собой изменение концентрации растворенного вещества (т.е. числа молей вещества в единице объема) в поверхностном слое по сравнению с его концентрацией в объеме жидкой фазы.

1

2

3

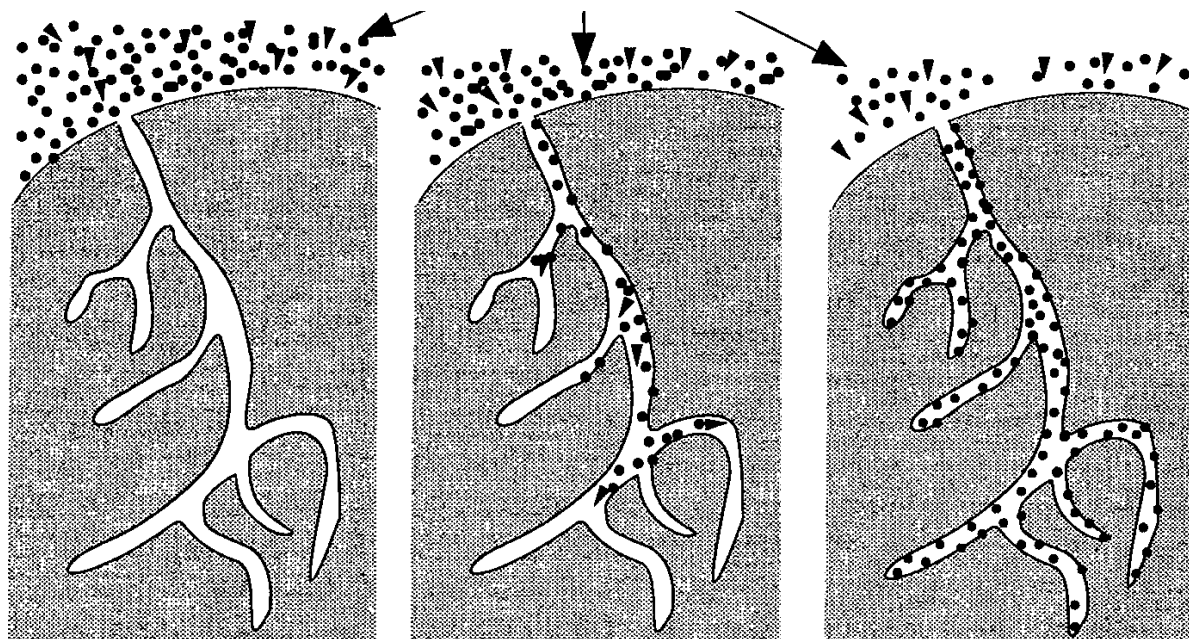


Рисунок. Схема механизма адсорбции молекул растворенного вещества на поверхности и в порах адсорбента (активированного угля):

1 - диффузия молекул растворенного вещества к поверхности адсорбента, 2 - проникновение молекул растворенного вещества в поры адсорбента, 3 - образование монослоя из адсорбируемого вещества

Этот вид адсорбции является сложным, т.к. с одной стороны необходимо учитывать взаимодействие между молекулами растворителя и растворенного вещества, а с другой стороны – сложное строение поверхности твердого адсорбента.

К числу наиболее распространенных пористых адсорбентов относят активированные угли, получаемые из каменного угля, **дерева**, животных костей, ореховых косточек и др.

Адсорбирующее действие активированного угля обусловлено его большой удельной поверхностью, что позволяет использовать этот адсорбент для различных целей: извлечение из растворов посторонних веществ, поглощение газов, обесцвечивание жидкостей и т.д.

Изучение адсорбции пищевого красителя на твердом адсорбенте основано на изменении

концентрации красителя в растворе до и после контакта с адсорбентом. За уменьшением содержания красителя в растворе в результате адсорбции можно следить визуально или проводить количественные измерения различными методами (титрование, спектрофотометрия).

**Адсорбцией** называется самопроизвольное изменение концентрации компонента в поверхностном слое по сравнению с его концентрацией в объеме.

Более плотную фазу, определяющую форму поверхности, принято называть адсорбентом: вещество, молекулы которого могут адсорбироваться, - адсорбтивом (адсорбатом).

**Приборы и реактивы:** аналитические или технические весы; 5 пробирок; 1 мерная колба на 50 см<sup>3</sup>; градуированные пипетки на 1, 5 см<sup>3</sup>; пищевой краситель (по указанию преподавателя): красный (E122), зеленый (E142), синий (E132), желтый (E102), розовый (E124); активированный уголь; фильтровальная бумага.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

На весах берут точную навеску пищевого красителя  $m = 0,01$  г, вносят в мерную колбу на 50 см<sup>3</sup>, доводят объем колбы до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают.

В 5 пробирок вливают указанные в таблице количества раствора приготовленного красителя и дистиллированной воды. Полученную смесь перемешивают. Таким образом получают растворы красителя различной концентрации.

Взвешивают на технических весах навески активированного угля по 0,005 г

Затем в каждую пробирку вносят навеску активированного угля, энергично перемешивают и засекают время.

Наблюдают за изменением цвета раствора в пробирках и отмечают момент, когда раствор полностью обесцветится. Это время указывают в таблице.

**Таблица**

Номер раствора	1	2	3	4	5
Объем раствора исходного красителя, $V_0$ , мл	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Объем дистиллированной воды, $V_{H_2O}$ , мл	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0
Массовая концентрация приготовленного раствора красителя, $C$ , г/л					
Время, за которое исчезает окраска раствора в результате адсорбции, $t$ , мин					

### ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

1. Рассчитывают массовую концентрацию приготовленных растворов красителя в г/л.

2. Строят график зависимости времени до полного обесцвечивания раствора, (мин), от объема раствора исходного красителя,  $V_0$ , (мл), или массовой концентрации раствора красителя,  $C$ , (г/л).

По горизонтальной оси (абсцисс) откладывают объем раствора исходного красителя в образце,  $V_0$ , (мл), или массовую концентрацию раствора красителя в образце,  $C$ , (г/л), а по вертикальной оси (ординат) – время до полного обесцвечивания раствора, (мин).

Обработку полученных экспериментальных данных можно провести одним из способов:

а) Построение графика на миллиметровой бумаге. б) Построение графика в программе MS Excel.

3. На основании полученных данных сделать вывод о зависимости величины адсорбции от концентрации раствора.

### **Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

а) Основная литература:

1. Зарубин Д.П. Физическая химия: Учебное пособие /Д.П. Зарубин. М.: ИНФРА-М, 2017. — 474 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>
2. Романенко Е. С. Физическая химия: учебное пособие / Е. С. Романенко, Н. Н. Францева. - Ставрополь: Агрус, 2012. - 88 с.: ил. ; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277422>
3. Борщевский А. Я. Физическая химия. Том 1. Общая и химическая термодинамика: учебник / А. Я. Борщевский. — Москва: ИНФРА-М, 2017. — 606 с.- (Высшее образование: Бакалавриат).- [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=543133>
4. Борщевский А. Я. Физическая химия. Том 2. Статистическая термодинамика: учебник / А. Я. Борщевский. — Москва: Инфра-М, 2017. — 383 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).- [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=543170>

б) Дополнительная литература:

1. Свиридов В. В. Физическая химия: учебное пособие / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 600 с. — [Электронный ресурс] .- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=87726](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=87726)
2. Винокуров А. И. Физическая химия: лабораторный практикум / А. И. Винокуров, Р. И. Винокурова, О. В. Силкина. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 80 с.: схем., табл. - Библиогр.: с.76. - ISBN 978-5-8158-1780-7 ; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459522>
3. Морачевский А. Г. Физическая химия. Гетерогенные системы: учеб. пособие / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 192 с. - [Электронный ресурс] .— Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60048](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60048)

### **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. [Учебные материалы по физической химии - chem.msu.ru](http://chem.msu.ru). [Электронный ресурс]. - URL: [www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.htm](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.htm).
2. <http://www.xumuk.ru/>

3. <http://nehudlit.ru/books/subcat283.html>
4. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/BIONIMIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIONIMIYA.html)
5. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>
6. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/index.htm>

Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru>
- ЭБС «Лань» - <https://e.lanbook.com>
- ЭБС «ИНФРА-М» - <http://znanium.com>
- e-library – <https://elibrary.ru>

### Требования к рейтинг-контролю

Модули	Темы	Виды работ	Баллы
<b>I модуль</b>	Первый закон термодинамики. Второе начало термодинамики Растворы электролитов. Концентрация. Коллигативные свойства растворов. Теория электролитической диссоциации	Электронная таблица Д.И. Менделеева	3,5
		Конспект по термодинамике	3,5
		Лабораторные работы (2 шт.)	10
		Проверочный тест	3
<b>Итого I модуль:</b>			<b>20</b>
<b>II модуль</b>	Электропроводность растворов электролитов. Физико-химические методы исследования. Фотохимические реакции Основные принципы «Зеленой химии»	Подготовка презентации. Доклад	5
		Лабораторные работы (2 шт.)	12
		Контрольный тест	3
<b>Итого II модуль:</b>			<b>20</b>
<b>Итого за два модуля:</b>			<b>40</b>
<b>Зачет</b>			<b>40</b>
<b>Всего:</b>			<b>100</b>

### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

9. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)			
№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			
3.			
4.			