

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 05.09.2022 08:28:47  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП:

\_\_\_\_\_Ворончихина Л.И.

28 апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Химия ионных жидкостей**

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Органическая химия

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель: к.х.н., доцент Журавлев О.Е.

Тверь, 2021

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины (или модуля) является:

сформировать понятия о таком классе новых гибридных соединений как ионные жидкости, которые позволят связать знания по дисциплинам органическая и неорганическая химия и закрепить полученные ранее навыки по синтезу и физико-химическому анализу соединений.

Задачами освоения дисциплины (или модуля) являются:

- Дать представления о многообразии ионных жидкостей их применению в различных областях науки и техники.
- Ознакомление студентов с методами получения ионных жидкостей.
- Познакомить обучающихся с методами анализа и установления структуры ионных жидкостей.
- Рассмотреть закономерности влияния структуры ионных жидкостей на их физико-химические свойства.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина входит в Элективные дисциплины 2 обязательной части Блока 1. «Дисциплины» учебного плана и связана с предшествующими ей: иностранный язык, философские проблемы химии и компьютерные технологии в науке и образовании.

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 04.04.01 Химия реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Дисциплина «Химия ионных жидкостей» рассчитана и на лабораторные занятия. Поэтому на новый материал, сообщаемый преподавателем, отводится минимальное время. Главное в работе преподавателя – организовать самостоятельную работу студентов.

При подготовке к лабораторным занятиям отдельно выделяются задания, требующие работы с журналами «Журнал прикладной химии», «Журнал органической химии», «Журнал физической химии», а также с ресурсами сети интернет. Таким образом, магистранты могут ознакомиться с опытом работы передовых как Российских, так и зарубежных ученых в области химии ионных жидкостей.

В процессе освоения дисциплины были использованы современные методы обучения, которые были рассмотрены в лекциях руководителя отделения Института непрерывного образования ТвГУ Хохловой О.Н., способствующие активизации как традиционных, так и нетрадиционных лекционных занятий: лекция-визуализация, лекция-консультация, привлечение примеров из практики и личного опыта, использование аналогий и сравнений и т.д. Кроме того использовались различные виды дискуссий: круглый стол, форум, дебаты и т.д., применялись игровые методы обучения: учебные, исследовательские и деловые. Использовались также и различные формы творческих работ; мини-исследование, эссе, проект, электронная презентация и т.д. Самостоятельная работа студентов включала в себя разнообразные активные формы индивидуальной и коллективной деятельности, направленной на творческое усвоение материала, формирование и развитие различных умений и навыков.

### **3. Объем дисциплины:**

**3 зачетных единиц, 108 академических часов, в том числе**

**контактная работа:** лекции **15** часов, лабораторные работы **45** часов, в т.ч. практическая подготовка **45** часов, **самостоятельная работа: 21** час, **контроль 27** часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Планируемые результаты освоения образовательной</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
--	--

<b>программы (формируемые компетенции)</b>	
<p><b>ОПК-1</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения.</p>	<p><b>ОПК-1.1</b> Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук.</p> <p><b>ОПК-1.2</b> Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук.</p>
<p><b>ОПК-4</b> Способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных отчетов</p>	<p><b>ОПК-4.2</b> Представляет результаты своей работы в устной форме на русском и английском языке</p>

### **5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения**

экзамен во 2-м семестре.

### **6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины (или модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **1. Для студентов очной формы обучения**

Учебная программа - наименование разделов и тем	Всего (час)	Контактная работа (час.)			Самост. работа(ч ас.)
		Лекции	Лабораторны е работы	Контр оль	
Тема 1. Многообразие класса ионных жидкостей. Получение, свойства.	24	2	9	2	11
Тема 2. Строение и структура ионных жидкостей.	18	2	10	4	2
Тема 3. Физико-химические свойства ионных жидкостей	18	5	5	4	4
Тема 4. Квантово- химическое моделирование структуры ионных жидкостей	21	2	10	5	4
Тема 5. Биологическая активность ионных жидкостей	14	2	6	6	0
Тема 6. Применение ионных жидкостей в различных областях науки и технике.	13	2	5	6	0
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>21</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
Тема 1. Многообразие класса ионных жидкостей. Получение, свойства.	Лекция	Традиционные (фронтальная лекция)
	Лабораторные работы	Технология проблемного обучения Групповая работа

<p>Тема 2. Строение и структура ионных жидкостей.</p>	<p>Лекция</p> <p>Лабораторные работы</p>	<p>Традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений и задач)</p> <p>Технология проблемного обучения Групповая работа</p>
<p>Тема 3. Физико-химические свойства ионных жидкостей</p>	<p>Лекция</p> <p>Лабораторные работы</p>	<p>Традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений и задач)</p> <p>Технология проблемного обучения Групповая работа</p>
<p>Тема 4. Квантово-химическое моделирование структуры ионных жидкостей</p>	<p>Лекция</p> <p>Лабораторные работы</p>	<p>Традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений и задач)</p> <p>Технология проблемного обучения Групповая работа</p>
<p>Тема 5. Биологическая активность ионных жидкостей</p>	<p>Лекция</p> <p>Лабораторные работы</p>	<p>Традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений и задач)</p> <p>Технология проблемного обучения Групповая работа</p>
<p>Тема 6. Применение ионных жидкостей в различных областях науки и технике.</p>	<p>Лекция</p> <p>Лабораторные работы</p>	<p>Традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений и задач)</p> <p>Технология проблемного обучения Групповая работа</p>

#### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Результат (индикатор)	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<b>ОПК-1.1</b>	<p>1. Как меняется удельная электропроводность ионных жидкостей с увеличением объема органического катиона при одноименном анионе? Почему? Дайте мотивированный ответ</p> <p>2. Как меняется плотность ионных жидкостей с увеличением объема органического катиона при одноименном анионе? Почему? Дайте мотивированный ответ</p>	<p>Имеется полный аргументированный ответ, – 3 балла; Дан правильный ответ, но он не аргументирован – 2 балла; Имеется частичный верный ответ – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
<b>ОПК-1.2</b>	<p>1. Какая из нижеперечисленных ионных жидкостей будет иметь наименьшую динамическую вязкость:</p> <p>А. гексафторфосфат 1-децилпиридиния Б. гексафторфосфат 1-бутилпиридиния В. гексафторфосфат 1-метилпиридиния гексафторфосфат 1-гексилпиридиния</p> <p>Аргументируйте свой выбор.</p> <p>2. Какая из нижеперечисленных ионных жидкостей обладает наибольшей электропроводностью в разбавленном растворе:</p> <p>А. 1-бутил-3-метилимидазолий тетрафторборат</p>	<p>Правильно выбраны ответы и дано объяснение сделанного выбора – 3 балла; Правильно выбраны ответы но нет аргументации – 2 балла; Имеется верный не полный ответ задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>

	<p>Б. 1-бутил-3-додецилимидазолий тетрафторборат  В. 1,3-дибутилимидазолий тетрафторборат  Г. 1-бутил-3-децилимидазолий тетрафторборат  Аргументируйте свой выбор.</p>	
<p><b>ОПК-4.2</b></p>	<p>1. Ионная жидкость 1-бутил-3-додецилимидазолий гексафторфосфат относится к классу:  А. Гидрофильных ИЖ  Б. Гидрофобных ИЖ  В. Пиридиновых ИЖ  Г. Хиральных ИЖ</p> <p>2. Ионная жидкость 1-бутил-3-метилимидазолий хлорид можно отнести к:  А. Гидрофильным  Б. Гидрофобным  В. Пирольным  Г. ИЖ состоящим полностью из органических фрагментов</p> <p>3. Увеличение гидрофобности ионных жидкостей может быть вызвано присутствием в составе ИЖ следующего аниона:  А. Хлорид  Б. Гексафторфосфат  В. Дицианамид  Г. Тетрафторфосфат</p>	<p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3», 2 балла – «4», 3 балла – «5»</p>

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **1. Рекомендуемая литература**

#### **A. Основная литература**

1. Электролиты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.В. Булидорова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014.— 117 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63560.html>

#### **Б. Дополнительная литература**

1. Орлова А.М. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Орлова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 230 с. — 978-5-7264-1302-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48034.html>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Ин-тернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.xumuk.ru/>

2. <http://nehudlit.ru/books/subcat283.html>

3. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html)

4. <http://elibrary.ru/>

5. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>

6. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/index.htm>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Примерный перечень вопросов для мини-проверочных работ**

1. Дайте определение ионным жидкостям
2. Приведите примеры ионных жидкостей
3. Назовите основные физические свойства ионных жидкостей
4. Напишите один из способов получения ионных жидкостей
5. Изобразите формулу децилпиридиний тетрафторбората
6. Изобразите формулу децилпиридиний гексафторфосфата
7. Изобразите формулу тетраэтиламмоний тетрахлорфerrата
8. Назовите области применения ионных жидкостей и приведите примеры

9. Напишите схему получения 1,3-диметилимидазолий тетрафторбората из 1,3-диметилимидазолий хлорида и  $\text{NaBF}_4$
10. Напишите схему получения 1-бутил-3-метилимидазолий тетрахлорферрата из бутил-3-метилимидазолий хлорида и  $\text{FeCl}_3$
11. Напишите схему получения 1-бутил-3-метилимидазолий гексафторфосфата из 1-бутил-3-метилимидазолий хлорида и  $\text{HPF}_6$
12. Как меняется удельная электропроводность ионных жидкостей с увеличением объема органического катиона при одноименном анионе? Почему?
13. Как меняется плотность ионных жидкостей с увеличением объема органического катиона при одноименном анионе? Почему?
14. Как меняется удельная электропроводность ионных жидкостей с увеличением длины алкильных заместителей в органическом катионе? Почему?
15. Перечислите методы установления состава и структуры ионных жидкостей
16. Приведите примеры анионов с парамагнитными свойствами
17. Приведите примеры ионных жидкостей с парамагнитными анионами
18. Приведите примеры гидрофобных ионных жидкостей
19. Приведите примеры гидрофильных ионных жидкостей
20. Назовите предложенные вам ионные жидкости
21. Рассчитайте элементный состав предложенной вам ионной жидкости

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Классификация ионных жидкостей по различным признакам
2. Способы получения ионных жидкостей
3. Области применения ионных жидкостей. Примеры.
4. Электропроводность ионных жидкостей и методы ее измерения.
5. Вязкость ионных жидкостей и методы ее измерения.
6. Относительная плотность ионных жидкостей и методы ее измерения.
7. Магнитные свойства ионных жидкостей и методы ее измерения.
8. Термическая стабильность и методы ее оценки.
9. Бактерицидные свойства ионных жидкостей. Методы определения.
10. Квантово-химические расчеты структуры ионных жидкостей. Методы. Базисы.
11. Корреляция рассчитанных параметров ионных жидкостей с экспериментальными.
12. Спектральные методы исследования строения ионных жидкостей.
13. Применение ИК-спектроскопии для изучения строения и структуры ионных жидкостей.
14. Применение  $^1\text{H}$  ЯМР-спектроскопии для изучения строения и структуры ионных жидкостей.
15. Применение КР-спектроскопии для изучения строения и структуры ионных жидкостей.

16. Применение рентгеноструктурного анализа для изучения строения и структуры ионных жидкостей.
17. Корреляция данных рентгеноструктурного анализа с данными квантово-химических расчетов для отдельных представителей класса ионных жидкостей
18. Токсичность ионных жидкостей
19. Биоразлагаемость ионных жидкостей
20. Применение ионных жидкостей в катализе
21. Применение ионных жидкостей в органическом синтезе
22. Применение ионных жидкостей в синтезе полимеров
23. Использование ионных жидкостей в современных химических нанотехнологиях
24. Использование ионных жидкостей в научных целях.

### Вопросы для подготовки к экзамену

1. Что такое ионные жидкости?
2. Напишите структурные формулы ионных жидкостей на основе производных имидазолия и пиридиния с различными анионами.
3. Назовите основные области применения ионных жидкостей?
4. Напишите основные способы получения ионных жидкостей
5. Объясните природу образования связей между катионом и анионом в ионной жидкости.
6. Приведите примеры ионных жидкостей с органическим анионом. Чем объясняется повышенная термическая стабильность ионных жидкостей.
7. Какие ионные жидкости проявляют наибольшую бактерицидную активность? Почему?
8. Отнесение пиков поглощения ИК-спектров ионных жидкостей к структуре органического катиона и неорганического аниона
9. Связь относительной плотности со структурой ионной жидкости.
10. Взаимосвязь электропроводности ионных жидкостей со структурой катиона при одноименном анионе.
11. Методы квантово-химического моделирования структуры ионных жидкостей.
12. Основные методы анализа ионных жидкостей.
13. Структурные особенности ионных жидкостей
14. Растворимость различных ионных жидкостей в полярных и не полярных растворителях.
15. Ионные жидкости с катионом пиридиния.
16. Ионные жидкости с катионом имидазолия.
17. Ионные жидкости с катионом аммония.
18. Влияние природы и строения аниона на удельную электропроводность ионных жидкостей
19. Влияние природы и строения аниона на плотность ионных жидкостей
20. Влияние природы и строения аниона на температуру плавления ионных жидкостей.

## Темы рефератов

1. Биологическая активность и токсичность ионных жидкостей
2. Физико-химические свойства ионных жидкостей, производных 1,3-диалкилимидазолия
3. Влияние структуры ионных жидкостей на их физико-химические свойства.
4. Теоретическое изучение ионных жидкостей методами квантовой химии и молекулярной динамики
5. Ионные жидкости с гексафторфосфат-анионом. Синтез, свойства, особенности строения, применение.
6. Ионные жидкости с тетрафторборат-анионом. Синтез, свойства, особенности строения, применение.
7. Ионные жидкости с анионами переходных металлов. Синтез, свойства, особенности строения, применение.
8. Применение ионных жидкостей в катализе и органическом синтезе.
9. Применение ионных жидкостей в нанотехнологиях и процессах получения новых материалов.
10. Фирмы производители ионных жидкостей за рубежом и в России (обзор фирм). Основные классы ионных жидкостей производимых в мире.

## VII. Материально-техническое обеспечение

Столы, стулья, кафедра, доска ученическая, аквадистиллятор электрический АЭ-10 МО

Весы AJ-220CE НПВ 220 Г D=0,001г (вн. калибровка)

Весы лабораторные ВЛТЭ-1100г с гирей калибровочной 1кг F1

Рефрактометр ИРФ-454-БМ

Рефрактометр ИРФ-470 диапазон 1,3-1,52

Шкаф сушильный СШ-80

Горелка (M082-06990)

Мойка (промыв. устройство) (M082-07017)

Шкаф вытяжной

Электроплитка для бани 0,6 кВт

Химические реактивы и препараты, химическая посуда

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в основной список литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета

--	--	--	--