

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Молекулярная хроматография

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:

Физическая химия

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Молекулярная хроматография**
2. Уровень высшего образования – **специалитет**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1.С. Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, Уметь: самостоятельно составлять план исследования Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>
<p>СПК-1.С. Способность использовать теоретические основы современных физико-химических методов исследования и анализа систем различной природы при решении практических задач</p>	<p>Знать: теоретические основы современных методов исследования структуры и свойств веществ. Знать: основы современных теорий сорбционных процессов Знать: основы современных теорий хроматографических процессов Уметь: формулировать задачи планирования и анализа сложных многокомпонентных объектов Уметь: выбирать направление экспериментального физико-химического исследования, адекватное поставленной задаче. Уметь: оценить возможные источники ошибок при изучении систем различной природы с помощью инструментальных методов физической химии. Уметь: применить теоретические основы современных физико-химических методов при анализе и представлении материала научного сообщения на заданную тему Владеть: представлениями о способах физико-химического исследования сорбционных систем различных типов Владеть: знаниями о закономерностях протекания сорбционных процессов в проточных системах. Владеть: навыками обоснованного выбора средств решения задач современной физической химии и статистической обработки данных физико-химического эксперимента</p>

<p>СПК-2.С. Способность проводить экспериментальные исследования в избранной области физической химии (кинетика и катализ, химическая термодинамика, молекулярная спектроскопия, химия поверхности)</p>	<p>Уметь: проводить пробоподготовку образцов для физико-химических исследований в соответствии с поставленной задачей и с учетом специфики изучаемых объектов Уметь: грамотно спланировать физико-химический эксперимент Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований в области физической химии</p>
<p>СПК-3.С. Способность использовать серийные и оригинальные установки (приборы, комплексы) для определения физико-химических свойств веществ</p>	<p>Знать: научные основы и принципы работы физико-химических методов, применяемых для исследований и разделения многокомпонентных смесей веществ Уметь: квалифицированно выбирать методы для высокоэффективного разделения многокомпонентных смесей веществ Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для определения физико-химических свойств веществ</p>
<p>СПК-4.С. Способность использовать физические и математические модели с учетом их возможностей и ограничений при обработке и интерпретации экспериментальных данных в избранной области физической химии</p>	<p>Знать: научные основы химической термодинамики и кинетики Знать: научные основы и возможности процессов разделения, выделения и концентрирования веществ. Владеть: навыками анализа взаимосвязи между структурной и свойствами веществ различных классов и их способности к разным видам межмолекулярных взаимодействий. Владеть: навыками анализа взаимосвязи между закономерностями термодинамики и феноменологической кинетики с одной стороны и закономерностями процессов разделения и концентрирования веществ.</p>
<p>СПК-5.С. Способность проводить квантовохимические, термодинамические и кинетические расчеты с использованием современных программных комплексов и баз данных</p>	<p>Знать: основные законы химии, которые лежат в основе процессов на границе раздела фаз и физико-химических исследований гетерогенных систем. Уметь: анализировать механизмы основных сорбционных и хроматографических процессов с применением основных законов химии. Владеть: навыками компетентного анализа механизмов сорбционных и хемосорбционных процессов на поверхностях раздела газ-жидкость, газ-твердое тело, жидкость- твердое тело.</p>

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 32 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 14 часа – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 40 часа составляет самостоятельная работа студента.

Тема 1. Классификация хроматографических методов по способу перемещения сорбатов, по агрегатному состоянию подвижных и неподвижных фаз, по конфигурации разделяющих систем, по форме сорбционного слоя, по природе взаимодействия сорбат-сорбент, по механизму разделения и по назначению.	10	2	2				4			6
Тема 2. Место хроматографии среди других физико-химических методов. Базовые понятия хроматографии. Параметры хроматографического удерживания. Относительные параметры удерживания. Параметры хроматографического пика.	11	2	2				4			7
Тема 3. Эффективность - степень размывания хроматографических зон. Основные виды размывания: размывание, связанное с различной скоростью движения по слою сорбента зон с разной концентрацией. Диффузионные (продольная диффузия, вихревая, динамическая, стеночный эффект), кинетические (внешняя и внутренняя диффузии) размывания.	13	3	3				6			7

Тема 4. Уравнение Ван Деемтера. Понятие о высоте эквивалентной теоретической тарелке. . Основы теории разделения. Понятие о селективности разделения и эффективности колонок.	9	1	1	1			3			6
Тема 5.. Газожидкостная хроматография. Преимущества и недостатки газожидкостной хроматографии. Газоадсорбционная хроматография. Особенности газоадсорбционной хроматографии. Капиллярная газовая хроматография	13	3	3				6			7
Тема 6. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Особенности ВЭЖХ. Основы теории. Понятие о нормально-фазовой и обращенно-фазовой жидкостной хроматографии. Закономерности удерживания.	14	3	3	1			7			7
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	2					2	2			
Итого	72	14	14	2		2	32			40

9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;

-преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Программа курса, план занятий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Гольберт К.А., Вигдергауз М.С. Введение в газовую хроматографию. 3-е изд. – М.: Химия, 1990.

Дополнительная литература

1. Зельдович Я.Б. К теории реакции на пористом или порошкообразном материале. Ж. физ. химии. 1939, 13(2): 163-168.
2. Glueckauf E. Theory of chromatography. 9. The "theoretical plate" concept in column separations // Trans. Faraday Soc. 1955. V.34. P.34–44.
3. Хэфтман Э. (ред.). Хроматография: Практическое приложение метода. В 2-х ч, - М.: Мир, 1986.
4. Руководство по газовой хроматографии. В 2-х ч. Пер. с нем. /под ред. Э. Лейбница, Х.Г. Штруппе. М.: Мир, 1988.
5. Гиошон Ж., Гийемен К. Количественная газовая хроматография. ч. 1 и 2. - М.: Мир, 1991 г.
6. Шатц В.Д., Сахартова О.В. Высокоэффективная жидкостная хроматография: Основы теории. Методология. Применение в лекарственной химии. - Рига: Зинатне, 1988.
7. Стыскин Е.Л., Ициксон Л.Б., Брауде Е.В. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.: Химия, 1986.
8. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Москва: изд. Мир. 2002 г. 461 с. Гл. 15.

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

Профессор, д.х.н. Ланин Сергей Николаевич, кафедра физической химии химического факультета МГУ,
SNLanin@phys.chem.msu.ru, 8-495-939-19-26

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

Вопросы для зачета:

1. Классификация хроматографических методов по способу перемещения сорбатов по агрегатному состоянию подвижных и неподвижных фаз.
2. Классификация хроматографических методов по конфигурации разделяющих систем и по форме сорбционного слоя.
3. Классификация хроматографических методов по природе взаимодействия сорбат-сорбент и по механизму разделения.
4. Классификация хроматографических методов по назначению.
5. Абсолютные и относительные параметры хроматографического удерживания.
6. Расчет высоты теоретической тарелки.
7. Уравнение для определения эффективности колонок.
8. Уравнение, связывающее высоту теоретической тарелки газохроматографической колонки с экспериментальными условиями.
9. Основные уравнения в газовой хроматографии
10. Влияние температуры колонки на селективность разделения и эффективность колонки.
11. Зависимость высоты теоретической тарелки от линейной скорости подвижной фазы.
12. Селективности разделения и эффективность хроматографической колонки.
13. Вклады в высоту теоретической тарелки молекулярной продольной диффузии, вихревой диффузии и сопротивления массопередаче (диффузии в подвижной газовой фазе, в неподвижной газовой фазе (внутри частиц) и в жидкой фазе).
14. Хроматография с программированием температуры колонки.
15. Хроматография с программированием состава подвижной фазы.
16. Функциональная схема газового хроматографа.
17. Основные детекторы для газовой хроматографии.
18. Основные детекторы для жидкостной хроматографии.
19. Основные технические характеристики детекторов.
20. Преимущества и недостатки газоадсорбционной хроматографии.
21. Преимущества и недостатки газожидкостной хроматографии.
22. Классификация жидких фаз по полярности. Система Роршнайдера.
23. Методы модифицирования адсорбентов для газовой хроматографии.
24. Капиллярная газовая хроматография.

25. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
26. Основы теории высокоэффективной жидкостной хроматографии.
27. Нормально-фазовая жидкостной хроматография.
28. Обращенно-фазовая жидкостной хроматография.
29. Качественный анализ в хроматографии.
30. Количественный анализ в хроматографии.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка	2	3	4	5
Результат				
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Знать: теоретические основы современных методов исследования структуры и свойств веществ.</p> <p>Знать: основы современных теорий сорбционных процессов</p> <p>Знать: основы современных теорий хроматографических процессов</p> <p>Знать: научные основы и принципы работы физико-химических методов, применяемых для исследований и разделения многокомпонентных смесей веществ</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>

<p>Знать: научные основы химической термодинамики и кинетики</p> <p>Знать: научные основы и возможности процессов разделения, выделения и концентрирования веществ.</p> <p>Знать: основные законы химии, которые лежат в основе процессов на границе раздела фаз и физико-химических исследований гетерогенных систем.</p>	
<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы,</p> <p>Уметь: самостоятельно составлять план исследования</p> <p>Уметь: формулировать задачи планирования и анализа сложных многокомпонентных объектов</p> <p>Уметь: выбирать направление экспериментального физико-химического исследования, адекватное поставленной задаче.</p> <p>Уметь: оценить возможные источники ошибок при изучении систем различной природы с помощью инструментальных методов физической химии.</p> <p>Уметь: применить теоретические основы современных физико-химических методов при анализе и представлении материала научного сообщения на заданную тему</p> <p>Уметь: проводить пробоподготовку образцов для физико-химических исследований в соответствии с поставленной задачей и с учетом специфики изучаемых объектов</p> <p>Уметь: грамотно спланировать физико-химический эксперимент</p> <p>Уметь: квалифицированно выбирать методы для высокоэффективного разделения многокомпонентных смесей веществ</p> <p>Уметь: анализировать механизмы основных сорбционных и хроматографических процессов с применением основных законов химии.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p>Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p> <p>Владеть: представлениями о способах физико-химического исследования сорбционных систем различных типов</p> <p>Владеть: знаниями о закономерностях протекания сорбционных процессов в проточных системах.</p> <p>Владеть: навыками обоснованного выбора средств решения задач современной физической химии и статистической обработки данных физико-химического эксперимента</p> <p>Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований в области физической химии</p> <p>Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для определения физико-</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>

химических свойств веществ

Владеть: навыками анализа взаимосвязи между структурной и свойствами веществ различных классов и их способности к разным видам межмолекулярных взаимодействий.

Владеть: навыками анализа взаимосвязи между закономерностями термодинамики и феноменологической кинетики с одной стороны и закономерностями процессов разделения и концентрирования веществ.

Владеть: навыками компетентного анализа механизмов сорбционных и хемосорбционных процессов на поверхностях раздела газ-жидкость, газ-твердое тело, жидкость - твердое тело.