

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Основы наук о жизни

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

общий

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

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 «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Базовая часть, общекультурная подготовка, модуль «Современное естествознание», курс предназначен для студентов факультета наук о материалах **3-го года обучения (5-й семестр)**, курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Органическая химия

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: основные направления химических аспектов современных наук о живом

Уметь: применять знания в области химии и физики при рассмотрении вопросов, связанных с биологией

Владеть: основным понятийным аппаратом химических аспектов современных наук о живом

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е. (72 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	5				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	72				72
Аудиторная работа:	36				36
Лекции, акад. Часов	18				18
Семинары, акад. Часов	18				18
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. Часов	36				36
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Зач.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Раздел 1 (4 ч. лекции, 4 ч. семинары)

1. Основные классы биологически активных соединений: нуклеиновые кислоты и нуклеотиды

Молекулярные особенности живых систем. Разнообразие и классификация живых организмов. Сравнение про- и эукариотической клетки. Энергетика живого.

Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. ДНК и РНК. Центральная догма молекулярной биологии: от ДНК к белку. Взаимосвязь строения и функции ДНК. Правило комплементарности. Уровни структурной организации ДНК. Двухцепочечная спираль (дуплекс). Термоденатурация-ренатурация дуплекса.

Типы, уровни структурной организации и функции РНК. Представление о биосинтезе белка на рибосоме. Универсальный генетический код

2. Основные классы биологически активных соединений: углеводы

Углеводы. Общее представление и классификация по различным принципам. Способы представления, проекции. Асимметрические центры и стереоизомерия. D,L- и R,S-ряды. Циклизация моносахаридов, аномерия. Конформационная форма моносахаридов. Дисахариды.

Редуцирующие и нередуцирующие сахара. Запасные и структурные полисахариды растений и животных. Гликопротеины

3. Основные классы биологически активных соединений: липиды

Липиды. Общие свойства и классификация. Глицерин как прохиральное соединение. Строение и свойства жирных кислот. Триацилглицериды: строение, свойства и физиологическая роль. Диацилглицериды: строение и свойства. Фосфоглицериды и сфинголипиды. Стероиды: основные представители и их функции

Жидкостно-мозаичная модель биомембран. Основные компоненты и их роль. Типы трансмембранного транспорта. Молекулярные насосы (на примере Na/K-АТФазы). Молекулярные моторы (на примере АТФ-синтазы)

4. Основные классы биологически активных соединений: аминокислоты и белки

Разнообразие белков в природе. Уровни структурной организации белков. Классификация канонических аминокислот по свойствам боковых радикалов. Физический смысл рКа. Первичная структура белков. Особенности пептидной связи.

Невалентные взаимодействия и их роль в поддержании структуры белка. Вторичная структура белков. Представление о спиральных и складчатых листах в структуре глобулярных белков. Сверхвторичные структуры. Третичная структура белка. Структурные и функциональные домены, глобулярный белок. Четвертичная структура белков (ассоциаты). Гомо- и гетероолигомерные белки, их преимущества перед мономерными белками. Пост-трансляционная модификация белков. Сворачивание белков: термодинамический и кинетический аспекты. Фибриллярные белки: особенности аминокислотного состава и взаимосвязь со структурой, функциями и физиологической ролью.

Раздел 2 (5 ч. лекции, 5 ч. семинары)

5. Ферменты как природные катализаторы.

Основные отличия ферментативного катализа от традиционного химического. Ферменты в химии. Источники ферментов. Нахождение ферментов в природных объектах, локализация ферментов в клетке. Биосинтез ферментов. Сборка ферментов. Витамины. Кофакторы и простетические группы.

6. Ферменты как природные катализаторы (продолжение).

Методы выделения и очистки биополимеров. Характеристики препаратов ферментов.

Классификация ферментов.

Стационарная кинетика ферментативных реакций. Методы обработки экспериментальных данных. Кинетические схемы Михаэлиса и Анри, их дискриминация. Трехстадийная схема ферментативного катализа. Константы скорости в элементарных стадиях ферментативного катализа. Лимитирующие стадии ферментативных реакций.

Ингибирование ферментов. Обратимые и необратимые ингибиторы. Основы ингибиторного анализа. pH и температурные эффекты.

7. Специфичность и эффективность ферментативного катализа. Физико-химические причины ускорения ферментативных реакций. Теории ферментативного катализа. Активные центры ферментов и химические механизмы катализируемых реакций.

Стабильность белков (ферментов). Денатурация и инактивация. Принципы стабилизации ферментов.

8. Основы биотехнологии и нанобиотехнологии.

Наноматериалы на основе белков, ферментов, липидов и полисахаридов. Имобилизованные биокатализаторы. Носители и методы иммобилизации. Основные характеристики иммобилизованных ферментов. Химическая модификация белков (ферментов).

Использование ферментов в химическом синтезе. Принципы конструирования реакционных систем.

9. Основы биотехнологии и нанобиотехнологии.

Использование ферментов в химическом анализе и медицинской диагностике. Иммуноферментный анализ. Биолюминесцентный анализ. Биосенсоры.

Ферменты в медицине. Лекарственные препараты на основе ферментов и их регуляторов.

Ферменты антибактериального действия. Особенности строения клеточной стенки бактерий.

Раздел 3 (3 ч. лекции, 3 ч. семинары)

10. Молекулярные аспекты физиологии.

Общие представления о регуляции физиологических систем человеческого организма. Различные ткани и клетки. Основные химические процессы и этапы пищеварения. Обмен веществ в организме. Дыхание. Кровообращение. Общие представления об осморегуляции и выделении.

11. Основные функции иммунной системы человека.

Органы иммунной системы. Гуморальный и клеточный иммунитет. Главный комплекс гистосовместимости. Свойства и роль иммуноглобулинов различных классов.

12. Формирование иммунной системы и основные понятия вакцинологии.

Симбиотическая флора человека. Аутоиммунные заболевания. Онкология.

Раздел 4 (6 ч. лекции, 6 ч. семинары)

13-14 Лекция о ДНК и РНК.

1. Строение ДНК – химическая и пространственная структура. Образование комплементарных пар в двухцепочечной ДНК. Формы существования ДНК в клетке – хромосомная, плазмидная, митохондриальная. Размеры геномов. Особенности укладки ДНК в прокариотах и эукариотах. Зависимость G/C состава от типа организма. Метод ДНК зондов и его применение на практике – анализ генетических заболеваний, установление отцовства и т.д.

2. РНК - химическая и пространственная структура. Влияние 2'-ОН группы на структуру и химическую стабильность. Многообразие видов РНК и их функция (общая информация). Рибосомальный синтез белка (основы). Ферментативная активность РНК – аутосплайсинг, рибозимы.

15-16. Биоинформатика.

1. Общее понятие об информатике. Понятие информационной единицы на примере ее реализации в компьютерах. Информационные единицы в живом мире и взаимосвязь между ними. Основные состояния информации – хранение, передача сигнала, реализация и их обратная взаиморегуляция. Основные этапы передачи и реализации информации в клетке на примере синтеза белков и ферментов. Генетический код – вырожденность, многообразие.

2. Поиск и анализ информации из последовательностей геномов. Поиск существенных аминокислотных остатков в активных центрах ферментов, энтропия Шеннона. Моделирование структуры белков. Международные базы данных последовательностей ДНК, белков и пространственных структур.

3. Поиск и хранение научной информации в химии. Международные базы статей, патентов, программное обеспечение для поиска.

17-18. Генетическая инженерия.

1. Понятие о генетической инженерии и технологии рекомбинантных ДНК. Области применения. Понятие о системе вектор – хозяин. Типы векторов, используемых в генетической инженерии. Преимущества и недостатки различных клеток-хозяинов.

2. Белковая инженерия. Цели и задачи. Понятие о полимеразной цепной реакции. Методы мутагенеза. Достоинства и недостатки различных видов упорядоченного и неупорядоченного мутагенеза.
3. Инженерия организмов на уровне геномов. Достоинства и недостатки классического мутагенеза и альтернативных современных подходов. Получение моноклональных антител и создание новых штаммов – продуцентов физиологически активных веществ. Инженерия метаболизма рекомбинантных микроорганизмов.
4. Определение структуры биологических молекул. Рентгеноструктурный анализ. ЯМР. Электронная микроскопия.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Примеры контрольных вопросов к разделу 1

1. Рассчитайте G гидролиза макроэргической связи в молекуле АТФ, если равновесные концентрации АТФ, АДФ и P_i равны 1 мМ. Температура 300 К.
2. Массовое соотношение С:Н:О:N в азотистом основании А равно 12:1:3,2:14, а в азотистом основании В равно 9,6:1:3,2:8,4. Определите А и В и изобразите пару этих оснований с водородными связями.
3. Изобразите неканонические пары С-С и А-Г с максимально возможным числом водородных связей. Объясните, почему эти пары не реализуются в природе.
4. Природный моносахарид А имеет молекулярную массу 150. Обработка А $NaBH_4$ приводит к двум оптически неактивным стереоизомерам В и С.
А) Изобразите А, В и С в проекции Фишера.
Б) Обозначьте каждый стереоцентр С по R/S номенклатуре.
5. Изобразите конформационную формулу наиболее стабильной формы L-галактозы
6. Используя любую химическую реакцию, подтвердите родственный характер глюкозы, маннозы и фруктозы.
7. Приведите фосфолипид, входящий в состав клеточной мембраны и имеющий суммарный заряд -1 при pH 6,5.
8. Изобразите схему K/Na-насоса для транспорта глюкозы в клетку против градиента концентрации.
9. Объясните, благодаря каким взаимодействиям холестерин:
А) встраивается в мембрану
Б) расширяет температурный интервал, в котором мембрана находится в жидком агрегатном состоянии.
10. Приведите карты предполагаемые Вами карты Рамачандрана для полипептидов из 100 аминокислотных остатков а) L-аланина, б) L-пролина.
11. Сравните число водородных связей, внутримолекулярных гидрофобных контактов и пептидных связей в структурах S, I, M и N (использованы обозначения из общей кинетической схемы сворачивания).
12. Для обратимой реакции $D \rightarrow 2M$ определены в отдельном эксперименте равновесные концентрации $[D]=[M]=1$ мМ. Определите равновесные концентрации D и M в стандартных условиях (то есть при исходных концентрациях веществ 1М) и рассчитайте G_o' .

13. При перманентной завивке волосы приобретают измененную форму за счет их растяжения, при этом цепочки альфа-кератина переходят из альфа-спиральной укладки в бета-лист. Исходя из особенностей состава и строения альфа-кератина, предложите последовательность химических и физических воздействий на волосы при перманентной завивке.

14. Приведите типы пост-трансляционной модификации, необходимые для формирования зрелого коллагенового волокна. Учтите, что образованию тропоколлагена предшествует формирование проколлагена.

Примеры контрольных вопросов к разделу 2

1. Глобулярные водорастворимые белки характеризуются определенным расположением специфических аминокислот. Каково наиболее вероятное расположение – внутри или на поверхности молекулы нативного глобулярного белка – следующих аминокислотных остатков: аспарагиновой кислоты, лейцина, серина, валина, глутамина и лизина. Объясните свой ответ, напишите формулы указанных аминокислот и приведите трехбуквенные обозначения.
2. Какова природа взаимодействий в фермент-субстратном комплексе.
3. Основные типы хроматографии для очистки белков. В каких случаях какие типы можно использовать?
4. Какую информацию о белке можно получить из данных электрофореза? В чем отличие от метода изоэлектрофокусировки?
5. Какие подходы использованы для классификации ферментов? Приведите примеры ферментов из класса гидролаз и катализируемых ими реакций.
6. Как и почему можно изменить (уменьшить) эффективность действия ингибитора в реакционной системе без использования дополнительных реагентов, если ингибитор – конкурентный. Ответ поясните формулами и графиками.
7. Каковы особенности температурных зависимостей ферментативных реакций по сравнению с неферментативными. Ответ поясните формулами и графиками.
8. На примере химотрипсина рассмотрите каталитические и сорбционные подцентры ферментов. Роль аминокислот каталитической триады. Какую реакцию катализирует этот фермент?
9. Какие неорганические носители можно использовать для иммобилизации ферментов? Каковы взаимодействия фермента с такими носителями. Приведите примеры.
10. Какие химические группы молекул ферментов вовлекают в реакции с образованием оснований Шиффа и вторичных аминов (дать примеры используемых реакций)
11. Каковы основные направления применения ферментов в аналитической химии? Приведите примеры объектов анализа и методов детекции.
12. Приведите примеры и поясните действие лекарственных препаратов на основе ферментов.

Примеры контрольных вопросов к разделу 3

1. Общие представления о строении человеческих клеток. Органеллы. Химический состав.
2. Основные химические процессы и этапы пищеварения.
3. Клетки крови человека. Разновидности. Функции.
4. Разновидности иммуноглобулинов, их роль.
5. Роль симбиотической флоры.
6. Основные разновидности вакцин. Подходы при составлении плана вакцинации.
7. Ткани человека. Особенности строения и функции.
8. Способы регуляции физиологических процессов в организме.
9. Причины аутоиммунных заболеваний и возможные способы лечения.
10. Осморегуляция. Принцип работы почек.
11. Гемоглобин и миоглобин как транспортные белки. Функциональные сходства и различия.

Примеры контрольных вопросов к разделу 4

1. Опишите молекулу ДНК с точки зрения химика
2. Опишите молекулу РНК с точки зрения химика.
3. Причины разной структурной организации ДНК и РНК
4. Причины разной функциональной активности ДНК и РНК
5. Основные требования к химическим молекулам и системам как к носителю информации.
6. Почему генетический код вырожден?
7. Для чего нужны международные базы данных по последовательностям белков и нуклеиновых кислот
8. Критерии научной значимости научных журналов и исследователей.
9. Цели и задачи генетической инженерии
10. Преимущества генно-инженерных способов получения ферментов по сравнению с традиционными
11. Преимущества генно-инженерных ферментов по сравнению с природными
12. Преимущества и недостатки различных методов определения структур биологических молекул.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Нельсон Д., Кохс М., «Основы биохимии Ленинджера», Москва, Бином, 2012, т. 1-3
2. Кольман Я., Рем К.-Г. «Наглядная биохимия», 2000, Москва,
3. Э.Фёршт « Структура и механизм действия ферментов», М.: Мир, 1980
4. С.Д.Варфоломеев «Химическая энзимология», М.: Академия, 2004
5. И.В.Березин, Н.Л.Клячко, А.В.Левашов и др. "Иммобилизованные ферменты" (Биотехнология. Кн.7), М.: Высшая Школа, 1987.
6. В. Эллиот, Д. Эллиот. Биохимия и молекулярная биология. М.: Изд-во НИИ биомедицинской химии РАМН, 2000 (разделы 1-5)

Дополнительная литература

1. Г. Шульц Г., Р. Ширмер. Принципы структурной организации белков. М.: Мир, 1982 (раздел 5)
2. A.L.Leninger, D.L.Nelson, M.M.Cox " Principles of Biochemistry", Worth Publishers, Inc.: N.Y., 1993
3. A. Fersht. Structure and mechanism in protein science. W.H.Freeman and Co, N-Y, 1999.
4. И.П.Ашмарин, Элементы патологической физиологии и биохимии, М, МГУ, 1992

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н., проф. Н.Л. Клячко