

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

_____ М.С. Тиванов

« ___ » _____ 20__ г.

Регистрационный № _____

Программа вступительных испытаний
для поступающих на I степень послевузовского образования
(аспирантура)

Специальность 03.01.02 Биофизика

Минск, 2019г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Г.Г. Мартинович – зав. кафедрой биофизики БГУ, д-р. биол. наук, доцент;

С.Н. Черенкевич – профессор кафедры биофизики БГУ, д-р. биол. наук, профессор, академик НАН Беларуси;

А.И. Хмельницкий – доцент кафедры биофизики БГУ, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики

Протокол от 24 июня 2019 г. № 11

Советом факультета

Протокол от 27 июня 2019 № 12

Ответственный за редакцию

(подпись)

Мартинович Г.Г.

(инициалы, фамилия)

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Спектрофотометрия. Законы поглощения света. Электронные спектры поглощения биомолекул (аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты).
2. Люминесценция молекул. Флуоресцентный и фосфоресцентный анализ. Разновидности, основные характеристики, спектры люминесценции аминокислот и белков. Метки и зонды.
3. Колебания многоатомных молекул. Нормальные колебания и характеристические частоты. Колебательные спектры поглощения биомолекул (аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты). Рамановская спектроскопия и ИК-спектроскопия.
4. Свободные радикалы в биосистемах и спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. ЭПР-спектроскопия. Спиновые метки. Ядерный магнитный резонанс.
5. Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света. Рассеяние света.
6. Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.
7. Общие свойства биологических молекул. Основные классы биологических молекул. Белки. Нуклеиновые кислоты. Углеводы, липиды, витамины, гормоны.
8. Физические и физико-химические свойства биологических молекул. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Элементы статистики макромолекул: модель Изинга.
9. Структура белков. Структура и физико-химические свойства аминокислот. Первичная структура белков, пептидная связь. Вторичная структура белков. Принцип минимизации свободной энергии. Альфа-спираль и бета-структура. Силы, стабилизирующие вторичную структуру. Ван-дер-Ваальсовы силы. Электростатические взаимодействия. Водородная связь. Третичная структура белков. Белковая глобула. Гидрофобные взаимодействия. Дисульфидные связи. Субъединичные белки и четвертичная структура. Конформационные переходы и кооперативность.
10. Функции белков. Ферментативный катализ. Апоферменты и коферменты. Простатические группы. Стереоспецифичность. Фермент-субстратный комплекс. Кинетика ферментативного катализа. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Теория абсолютных скоростей реакций. Термодинамика ферментативного катализа. Алостерические ферменты. Изоферменты.
11. Механохимические функции белков. Структурные основы и энергетика мышечного сокращения. Сократительные белки. Молекулярные моторы.
12. Иммунологические функции белков. Антитела. Рецепторная функция белков.
13. Структура нуклеиновых кислот. Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Первичная и вторичная структура нуклеиновых кислот. Модель Уотсона-Крика. Механизмы плавления нуклеиновых кислот,

- обратимая денатурация ДНК. ДНК-белковые и ДНК-мембранные комплексы. Хроматин. Структура и свойства РНК.
14. Функция нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в хранении и передаче генетической информации. Понятие гена. Генетический код и его свойства. Молекулярно-биофизические аспекты мутагенеза, конъюгации, трансформации бактерий. Механизмы рекомбинации нуклеиновых кислот. Современные представления о механизмах транскрипции. Функции матричной РНК. Функции транспортной РНК. Активирование аминокислот и взаимодействие кодон-антикодон.
 15. Биосинтез белка. Рибосомы и полирибосомы. Механизмы регуляции биосинтеза белка.
 16. Структура липидов и их классификация. Строение липидных молекул, фосфолипиды, жирные кислоты, их свойства. Физико-химическая характеристика липидов.
 17. Липидные структуры. Фазовые диаграммы состояния липидов. Липидные кристаллы. Липосомы. Бислойные липидные мембраны.
 18. Функции липидов. Липиды как один из основных компонентов биологических мембран. Участие липидов в осуществлении каталитических, транспортных, рецепторных и энергетических процессов. Регуляторная роль липид-белковых взаимодействий.
 19. Биологические мембраны. Белки, липиды и углеводные компоненты биомембран. Надмолекулярная организация мембран. Твердо-каркасная и жидкостно-мозаичная модели мембран. Рафты. Роль электростатических и гидрофобных взаимодействий в стабилизации структуры мембран. Липидный бислой, амфипатные липиды. Периферические и интегральные белки. Асимметрия белков и липидов. Микровязкость и текучесть мембран. Подвижность мембранных компонентов. Особенности кооперативных переходов в природных мембранах.
 20. Проницаемость мембран и транспорт веществ. Диффузия, облегченный транспорт. Осмотическая работа. Источники энергии. Сопряженный характер транспорта ионов и веществ. Симпорт и антипорт.
 21. Электродиффузия. Электродиффузия ионов через мембраны. Уравнение Нернста-Планка. Транспортные белки в мембранах. Ионные каналы.
 22. Сигнализация в клетке. Способы межклеточной сигнализации. Трансдукция сигналов в клетке. Физико-химические основы лиганд-рецепторного взаимодействия. Модель рецепторного связывания. Способы определения константы связывания и общего числа рецепторов.
 23. Принципы организации и функционирования внутриклеточных сигнальных систем. Универсальные типы внутриклеточных сигнальных систем (цАМФ-зависимая система передачи сигнала, фосфатидилинозитольная система передачи сигнала).
 24. Редокс-регуляция и редокс-сигнализация в биологических системах. Редокс-регуляция активности белков. МАПКиназный каскад. Программируемая гибель клетки.

25. Биофизические механизмы возбудимости. Мембранный потенциал. Уравнение Гольдмана. Потенциал действия. Активация и инактивация натриевых и калиевых каналов. Модель Ходжкина-Хаксли.
26. Структурная организация синапсов. Химические и электрические механизмы синаптического поведения. Механизм распространения потенциала действия по возбудимым мембранам. Кабельное уравнение.
27. Биоэнергетика клетки. Источники свободной энергии и ее запасание в клетках. АТФ. Гликолиз, цикл Кребса, электрон-транспортные цепи, окислительное фосфорилирование. Принципы и механизмы трансформации энергии АТФ в различные виды работы (механическая, осмотическая).
28. Трансформация энергии в биомембранах. Теория Митчелла. Макромолекулярные преобразователи энергии в биосистемах. Электрон-транспортная цепь митохондрий. Физические основы функционирования протонной АТФ-синтазы.
29. Перенос электронов в биосистемах. Перенос электронов с участием белков. Теория Маркуса. Туннелирование электронов в белках. Формула Гамова. Факторы, влияющие на скорость переноса электронов в белках.
30. Мембранные механизмы регуляции жизненных процессов. Рецепторы биологически активных веществ. Строение рецепторов. Агонисты и антагонисты. Положительная и отрицательная кооперативность связывания. Роль структурных перестроек в передаче сигнала от рецептора к мишени (вклад физического состояния белковой решетки и липидного бислоя). Принципы гормональной регуляции проницаемости и транспорта.
31. Типы фотобиологической реакции. Стадии фотобиологических реакций. Фотохимия белков, нуклеиновых кислот и липидов.
32. Фотосинтез. Состав и структурная организация фотосинтетического аппарата. Пигменты. Фотохимические и фотофизические стадии фотосинтеза. Фотосистемы и цепь транспорта электронов. Циклический и нециклический перенос электронов в мембране тилакоидов. Z-схема фотосинтеза. Фотосинтетическое фосфорилирование.
33. Фоторецепция. Структурная организация фоторецепторных мембран. Физика и химия зрительной рецепции. Родопсин, его фотопревращения. Механизм передачи сигнала от мембран диска к наружной плазматической мембране.
34. Прикладная биофизика. Биосенсоры и иммуносенсоры.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Владимиров Ю.А., Потапенко Ф.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов. – М. Дрофа: 2-е изд., перераб. и доп. 2006.
2. Владимиров Ю.А., Проскурнина Е.В. Лекции по медицинской биофизике – Москва: Изд-во МГУ, 2007.
3. Мартинович Г.Г., Сазанов Л.А., Черенкевич С.Н. Клеточная биоэнергетика: физико-химические и молекулярные основы. М: URSS: ЛЕНАНД, 2017. 196 с.
4. Рубин А.Б. Биофизика. В 2-х книгах. М.: Высшая шк. 2004.
5. Черенкевич С.Н., Мартинович Г.Г., Хмельницкий А.И. Биологические мембраны. Минск: БГУ, 2009, 184 с.
6. Черенкевич С.Н., Хмельницкий А.И. Транспорт веществ через биологические мембраны. Минск: БГУ, 2007, 144 с.
7. Хмельницкий А.И., Василевская Н.В., Черенкевич С.Н. Структура и свойства ионных каналов биологических мембран. Минск: БГУ, 2004, 167 с.
8. Финкельштейн А.В., Птицын О.Б. Физика белка. М.: Университет, 2002.

Дополнительная литература

1. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки: В 3-х т., 2-е изд., пер. и доп. Пер. с англ. – М.: Мир, 1994.
2. Биофизика: учеб. /Ревин В.В. и др. – Саранск, Изд. Мордов. ун-а. 2002.
3. Биофизика: учеб. для студентов вузов /Антонов В.Ф. и др. – М.: ВЛАДОС, 2006.
4. Геннис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции. Пер. с англ. – М.: Мир, 1997.
5. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера: в 3т. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм. М.: БИНОМ, 2014.
6. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика. М.: МГУ. 2010.