

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ**  
**МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ**

**ПРОГРАМА**  
**ПО**  
**БИОФИЗИКА**

**Приета от Катедрен съвет № 93/09.06.2022 г.**  
**Утвърдена от Факултетен съвет с Протокол №6/15.06.2022 г.**

# БИОФИЗИКА

## УЧЕБЕН ПЛАН

Дисциплина	Изпит в семестър	Аудиторна заетост				Кредити извън-аудиторна заетост	Общо кредити	Часове по години и семестър	
		Всичко	Лекции	Упражнения	Кредити			I година	
								I	II
Биофизика	II	60	30	30	2.0	5.0	7.0		2/2

**Наименование на дисциплината:** „Биофизика“

**Вид на дисциплината, съгласно ЕДИ:** задължителна

**Ниво на обучение:** магистър (М)

**Форми на обучение:** лекции, упражнения, самоподготовка

**Курс на обучение:** I курс

**Продължителност на обучението:** един семестър (втори семестър)

**Хорариум:** 60 часа (30 часа лекции, 30 часа упражнения)

**Помощни средства за преподаване:**

мултимедийни презентации, лабораторни учебни експерименти, решаване на тестови задачи, дискусии

**Форми на оценяване:**

Текущо (източници за формиране на оценката) – демонстрирани знания по време на упражненията, умения при извършване на експерименти, качество на получени резултати, качество на представяне на резултатите, интерпретация на резултатите, решаване на тестови задачи.

**Формиране на оценката:**

Семестриално (средна оценка от текущото оценяване)

Крайно (след изпит – входящ тест, писмен и устен изпит)

**Аспекти при формиране на оценката:**

Формирането на крайната оценка се определя от представянето на студента в упражненията по време на семестъра и от финалният изпит в края на семестъра. Курсът завършва с положително полагане на изпит.

### **Семестриален изпит:**

За всеки компонент участващ в крайната оценка се определя коефициент на значимост (от 0 до 1), като общата сума на коефициентите трябва винаги да бъде 1. Крайната оценка се получава като сбор от оценките по шестобална система от различните компоненти умножени със съответните коефициенти на значимост.

$$A + B = C, \text{ където: } A = 0,3.x; B = 0,7.y$$

$$0,3.x + 0,7.y = C$$

x – оценка от упражнения, която се формира от индивидуалното представяне на студента през семестъра.

y – оценка от писмен краен изпит

C – окончателна оценка

**При оценка от писмен изпит Слаб 2 ( $\gamma=2$ ), окончателната оценка C също ще бъде Слаб 2.**

**Държавен изпит:** - няма

**Водещ преподавател:** хабилитиран преподавател от катедра Медицинска физика и Биофизика

**Катедра:** Медицинска физика и биофизика

## **АНОТАЦИЯ**

Биофизиката е една от фундаменталните биологични дисциплини, изучавани от студентите в МУ-Пловдив. Курсът е предимно теоретичен. Той обсъжда физическата същност на структурните основи на организация и функциониране на биообекти на молекулно, субклетъчно, клетъчно и тъканно ниво. Голямо внимание се отделя за изясняване на молекулните взаимоотношения, отговорни за генезиса на клетъчната мембрана, на механизмите на трансмембранен транспорт, биоелектрогенеза, нервно провеждане, мускулно съкращение, на спрежението между механични, електрични и енергетични процеси в клетката, на основните пътищата за реализация на междуклетъчна комуникация, на основни вътреклетъчни сигнални пътечки, както и на ефектите и механизмите на влияние на външни фактори – електричен ток, светлина, ултравиолетови и инфрачервени лъчи и йонизираща радиация върху биологични обекти.

## **ОСНОВНИ ЗАДАЧИ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА**

Придобиване на знания от студентите относно някои общи принципи върху които почиват основни явления и процеси в живата тъкан и механизмите чрез които те се реализират. Изясняване, посредством специфичен междудисциплинарен подход, на физични и физико-химични реакции и процеси, протичащи в биологичните системи с различна степен на организация, като база за развитие на физиологични и патофизиологични процеси.

## ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ

След приключване на обучението по биофизика и успешно полагане на изпит студентите трябва да са придобили познания относно:

- основни компоненти, принципи на строеж и организация на биомембрани;
- енергетични предпоставки за пасивен и активен трансмембранен транспорт, процеси и мембранни структури, реализиращи транспорта;
- биоелектрогенеза - мембранен потенциал, акционен потенциал при клетки на възбудими тъкани, тъканна специфичност на процесите, механизми на разпространение на акционния потенциал;
- видове мускулни съкращения и видовете топлинни процеси съпътстващи мускулното съкращение;
- спецификата на механизмите на съкращение при скелетни, сърдечни и гладки мускули;
- кодиране на информация. Начини за обмен и структури осъществяващи междуклетъчната информационна комуникация. Регулация на информационните процеси;
- рецепторите като клетъчни информационни входове и влиянието им върху активацията на основни вътреклетъчни сигнални пътечки;
- електрокинетични явления при биообекти - повърхностен електричен товар, механизъм на възникване, зависимост от рН и йонната сила на средата, влияние върху електрофоретичните характеристики на биомолекули и клетки;
- квантова биофизика;
- влияние на външни фактори – ел. ток, светлина, ултравиолетови, инфрачервени лъчи и йонизираща радиация върху биологични обекти – физични взаимодействия, специфика на биологичните ефекти и хипотези, които ги обясняват;
- свободни радикали, активни форми на кислорода, молекулни механизми на свободно-радикалната токсичност и оксидативен стрес.

## ПРОГРАМА НА ЛЕКЦИОННИЯ КУРС

лекция №	Тема	учебни часове
1	1. Термодинамични системи и величини. I-ви принцип на термодинамиката и приложението му в биологични системи	2
	2. II-ри принцип на термодинамиката. Ентропия. Уравнение на Пригожин	

<b>2</b>	3. Композиране на липиден бислой във водна среда. Роля на хидрофилното и хидрофобно взаимодействие. Термодинамични характеристики на липидния бислой	<b>2</b>
	4. Клетъчна мембрана: компоненти, строеж, особености, функции	
<b>3</b>	5. Енергетични предпоставки за осъществяване на пасивен мембранен транспорт. Концентрационен и електричен градиент. Равновесен потенциал	<b>2</b>
	6. Процеси на пасивен транспорт през мембрана: неспецифична и улеснена дифузия, трансфузия, осмоза, филтрация	
<b>4</b>	7. Пасивен мембранен транспорт на неорганични йони. Мембранни йонни канали	<b>2</b>
	8. Йонофори. Видове. Специфични особености на йонния транспорт чрез йонофори	
	9. Активен мембранен транспорт. Видове	
<b>5</b>	10. Модел на работа на $\text{Na}^+/\text{K}^+$ помпа. Режимы на работа. Блокери. $\text{Ca}^{2+}$ - помпи	<b>2</b>
	11. Електричен мембранен потенциал. Предпоставки за съществуването му. Уравнения на Нернст-Бернщайн и Голдман	
	12. Акционен потенциал при неврон. Промени в мембранната проводимост за $\text{Na}^+$ и $\text{K}^+$ при акционен потенциал	
<b>6</b>	13. Следови потенциали при акционен потенциал. Акомодация. Рефрактерен период.	<b>2</b>
	14. Електротонично провеждане. Електротоничен потенциал	
	15. Механизъм на провеждане на акционния потенциал при неврон. Скорост на разпространение.	
<b>7</b>	16. Биоелектрична активност на скелетни и сърдечни мускули	<b>2</b>
	17. Междуклетъчна комуникация. Химичен тип междуклетъчна информационна система	
	18. Механизми на освобождаване на невротрансмитерни молекули. Химичен синапс. Особенности на синаптичното предаване. Регулаторни механизми	
<b>8</b>	19. Възприемане на междуклетъчни химични сигнали. Рецепторите - информационни входове на клетките. Основни функции на рецепторите. Регулаторни механизми	<b>2</b>
	20. Електричен тип междуклетъчна информационна система. Особенности. Нексус и електричен синапс	
	21. Вътреклетъчна информационна система. Механизми на промяна в цитозолното ниво на вторични посредници: $\text{Ca}^{2+}$ и цАМФ	
<b>9</b>	22. Скелетни напречно набраздени мускули: структура, съкратителен апарат	<b>2</b>

	23.Механизъм на съкращение при напречно набраздени мускули. Роля на $Ca^{2+}$ . Видове съкращения	
	24.Електро-механична връзка при напречно набраздени мускули. Източници на $Ca^{2+}$ , необходим за контракция. Рианодинов рецептор	
<b>10</b>	25. Механични явления и величини при съкращение на напречно набраздени мускули. Уравнения на Хил	<b>2</b>
	26. Гладки мускули – общи сведения. Съкратителен апарат. Съкратителни механизми	
<b>11</b>	27. Електромеханична и фармакомеханична връзка при гладки мускули. Видове гладкомускулни съкращения	<b>2</b>
	28. Биоелектрична активност на гладки мускули	
<b>12</b>	29. Повърхностен електричен заряд на молекули и клетки. Двоен електричен слой. Електрокинетичен потенциал. Зависимост на електрокинетичния потенциал от рН и йонната сила на средата	<b>2</b>
	30. Електрокинетични явления: електроосмоза, електрофореза, потенциал на течение, потенциал на седиментация	
<b>13</b>	31. Електропроводимост на клетки и тъкани за постоянен ток. Електрични поляризационни явления	<b>2</b>
	32. Електропроводимост на клетки и тъкани за променлив ток. Импеданс на биообекти. Дисперсия на диелектричната проницаемост	
<b>14</b>	33. Квантова биофизика. Енергетични нива на атоми и молекули. Енергетични преходи на електроните при органични молекули	<b>2</b>
	34.Фотобиологични процеси. Етапи при протичане на фотохимичните реакции	
<b>15</b>	35.Ефекти и механизми на действие на кохерентни източници на светлина върху биологични обекти	<b>2</b>
	36. Основни характеристики и механизъм на въздействие на инфрачервени и ултравиолетови лъчи върху биологични обекти	
	37. Действие на йонизиращата радиация върху живи организми. Фактори, повлияващи радиационните ефекти. Хипотези	

## ЛЕКЦИИ - ТЕЗИСИ

## **ЛЕКЦИЯ № 1 – 2 часа:**

**I тема** Термодинамични системи и величини. I-ви принцип на термодинамиката и приложението му в биологични системи

1. Дефиниция на термодинамични понятия и величини
  - 1.1. Термодинамична система
  - 1.2. Термодинамично тяло
  - 1.3. Термодинамично състояние
  - 1.4. Основни термодинамични величини
    - 1.4.1. Енергия
      - 1.4.1.1. Механична
      - 1.4.1.2. Електрична
      - 1.4.1.3. Топлинна
      - 1.4.1.4. Вътрешна
    - 1.4.2. Налягане
    - 1.4.3. Температура
    - 1.4.4. Други термодинамични величини
  - 1.5. Термодинамичен процес
2. I-ви принцип на термодинамиката
3. Приложимост на I-вия принцип на термодинамиката за живи организми.

**II тема** II-ри принцип на термодинамиката. Ентропия. Уравнение на Пригожин

1. Еднопосочност при протичане на реални процеси
2. II-ри принцип на термодинамиката
3. Ентропия – определение
4. Ниво на ентропия и ниво на вероятност за реализация на определено термодинамично състояние.
5. Ентропия, подреденост и стабилност на термодинамичните състояния
6. Валидност на II-ри принцип на термодинамиката за жив организъм. Уравнение на Пригожин

## **ЛЕКЦИЯ № 2 – 2 часа:**

**III тема** Композиране на липиден бислои във водна среда. Роля на хидрофилното и хидрофобно взаимодействие. Термодинамични характеристики на липидния бислой

1. Обща характеристика на структурата на липидните молекули, изграждащи биомембрани
2. Видове взаимодействия между полярни липиди и вода
3. Особенности в структурата на водата в живите организми
  - 3.1. тетраедрична матрица
  - 3.2. водни кластери и несвързани водни молекули
4. Хидрофобно взаимодействие на липидите и II-ри принцип на термодинамиката
5. Особенности и термодинамични характеристики на двойния липиден слой във вода.

**IV тема** Клетъчна мембрана: компоненти, строеж, особености, функции

1. Липиди, протеини и гликолипиди и гликопротеини – основни компоненти на клетъчната мембрана.
2. Основни видове липиди, изграждащи клетъчната мембрана.
3. Подвижност на липидите в клетъчната мембрана – фазови преходи.
4. Основни функции на липидите като елемент на клетъчната мембрана.
5. Характеристики на протеините, изграждащи клетъчната мембрана.
6. Подвижност на протеините в клетъчната мембрана., видове движения.
7. Основни функции на протеините в клетъчната мембрана..
8. Гликолипиди, гликопротеини и протеогликани.
9. Гликокаликс – характеристики и функции.

### **ЛЕКЦИЯ № 3 – 2 часа:**

*V тема* Енергетични предпоставки за осъществяване на пасивен мембранен транспорт. Концентрационен и електричен градиент. Равновесен потенциал.

1. Определение.
2. Нехомогенно пространствено разпределение на вещество и електричен товар между интра- и екстрацелуларното пространство. Представа за градиент.
3. Значение на концентрационния, електричен и химичен градиенти за пасивния мембранен транспорт.
4. Представа за електричен и мембранен потенциал и роля на електроконцентрационния градиент за пасивния мембранен транспорт на електрически натоварени частици.
5. Равновесен потенциал – определение и връзка с пасивния мембранен йонен транспорт.

*VI тема* Процеси на пасивен мембранен транспорт – неспецифична и улеснена дифузия, трансфузия, осмоза, филтрация

1. Проста дифузия. Уравнение на Фик.
2. Дифузия през клетъчна мембрана
  - 2.1. Коефициент на разпределение на веществото
  - 2.2. Коефициент на проницаемост на веществото
3. Преминаване на вода и малки хидрофилни молекули през клетъчната мембрана
4. Улеснена дифузия – особености, зависимост между трансмембранната разлика в концентрациите и скоростта на дифузия
5. Осмоза
6. Филтрация

### **ЛЕКЦИЯ № 4 – 2 часа:**

*VII тема* Пасивен мембранен транспорт на неорганични йони. Мембранни йонни канали

1. Значение на йонния транспорт за основни физиологични процеси – възбудимост, проводимост, съкратимост и др.
2. Основни елементи на мембранный йонен канал
3. Класификация на йонните канали



- 3.1. Според вида на транспортираните йони
- 3.2. Според механизмите на активация/инактивация.
1. Лигант-зависими (рецепторно управляеми) канали. Основни състояния.
2. Мембранпотенциал-зависими канали. Основни състояния. Праг на активация и инактивация. Блокери.
3. Канали, чието състояние е функция на цитозолното ниво на определени субстанции. Основни състояния.

**VIII тема** Йонофори. Видове. Специфични особености на йонния транспорт чрез йонофори.

1. Определение
2. Видове
  - 2.1. Подвижни преносители. Особености на транспорта. Скорост на пренасяне.
  - 2.2. Каналообразуватели. Особености на транспорта. Скорост на пренасяне.

**IX тема** Активен мембранен транспорт. Видове

1. Определение.
2. Класификация, съобразно вида използвана енергия.
  - 2.1. Първично активен транспорт – особености
    - 2.1.1. транспорт за някои неорганични йони
    - 2.1.2. йонни помпи
    - 2.1.3. използване на енергия от хидролизата на АТФ
  - 2.2. Вторично активен транспорт – особености.
    - 2.2.1. транспорт за някои органични молекули
    - 2.2.2. особености на молекулите преносители
    - 2.2.3. роля на трансмембрания концентрационен градиент на  $\text{Na}^{2+}$ .

**ЛЕКЦИЯ № 5 – 2 часа**

**X тема** Модел на работа на  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  помпа. Режим на работа. Блокери.  $\text{Ca}^{2+}$  - помпи

1. Структура и разпространение на  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  помпа
2. Етапи в работата на  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  помпа
3. Режим на работа
  - 3.1. Електргенен
  - 3.2. Неелектрогенен
4. Блокатори на работата на помпата, механизъм на тяхното действие и ефекти от блокиране дейността на  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  помпа
5.  $\text{Ca}^{2+}$  помпи - структура и локализация в клетката
6. Етапи в работата на мембранната  $\text{Ca}^{2+}$  - помпа
7. Ефекти от дейността на  $\text{Ca}^{2+}$  - помпи.

**XI тема** Електричен мембранен потенциал. Предпоставки за съществуването му. Уравнения на Нернст-Бернщайн и Голдман

1. Определение
2. Начини за измерване на мембранен потенциал
3. Причини за съществуване на мембранен потенциал
  - 3.1. Различна проницаемост на клетъчната мембрана за различни електрически натоварени частици
    - 3.1.1. Уравнение на Нернст-Бернщайн
    - 3.1.2. Уравнение на Голдман
  - 3.2. Работа на  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  помпа в електрогенен режим
  - 3.3 Други фактори
4. Относителен принос на различните фактори при формиране стойността на мембранныя потенциал

**XII тема** Акционен потенциал при неврон. Промени в мембранната проводимост за  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  при акционен потенциал.

1. Акционните потенциали – специфична характеристика на клетките на възбудимите тъкани, определение, предпоставки за възникване
2. Акционен потенциал при неврон
  - 2.1. Зависимост сила на дразнене – сила на клетъчен отговор. Подпрагово и надпрагово дразнене
  - 2.2. Промени в мембранната йонна проводимост при надпрагово дразнене. Акционен потенциал
  - 2.3. Количествени характеристики – амплитуда, времетраене.
3. Йонен генезис
4. Основни електрични процеси и причини за тяхното активиране и инициране – роля на равновесните потенциали на  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  и инактивирането на проводящата мембранна система за  $\text{Na}^+$

#### **ЛЕКЦИЯ № 6 – 2 часа:**

**XIII тема** Следови потенциали при акционен потенциал. Акомодация. Рефрактерен период.

1. Определение – абсолютен и относителен рефрактерен период. Инактивация на мембранната натриевата проводяща система
2. Зависимост от продължителността на акционните потенциали
3. Функционално значение на рефрактерните периоди

**XIV тема** Електротонично провеждане. Електротоничен потенциал

1. Представа за електротоничен потенциал. Условия за развитието му.
2. Времеконстанта.
3. Определение за електротонично провеждане чрез надлъжен локален  $\text{Na}^+$  ток.
4. Намалването на амплитудата на електротоничния потенциал при отдалечаване от точката на първична деполяризация.
5. Пространствена константа.

**XV тема** Механизъм на разпространение на акционния потенциал при неврон. Скорост на разпространение.

1. Значение на разпространението на акционния потенциал за обмен на междуклетъчна информация
2. Мембранен йонен механизъм, осигряващ движение на акционния потенциал от възбуден към не възбуден участък. Инактивация на клетъчната натриевата проводяща система
3. Фактори, влияещи върху скоростта на разпространение и амплитудата на акционния потенциал
4. Местноанестезиращо действие и невронални мембранни  $\text{Na}^+$  канали.

### **ЛЕКЦИЯ № 7 – 2 часа:**

#### **XVI тема** Биоелектрична активност на скелетни и сърдечни мускули

1. Специфични особености на биоелектричната активност на скелетни мускули – потенциал на покой, праг на възбудимост.
2. Акционен потенциал - физиологични предпоставки, йонна природа, амплитуда, времетраене
3. Особенности при генериране и разпространение на възбудните процеси в сърцето. Автоматизъм
4. Характеристики на акционните потенциали. Йонни механизми.
  - 4.1. На пейсмейкърни потенциали от различните нива на проводящата система
    - 4.1.1. синоатриален възел
    - 4.1.2. атриовентрикуларен възел
  - 4.2. В клетките на работния миокард

#### **XVII тема** Междуклетъчна комуникация. Химичен тип междуклетъчна информационна система

1. Значение на междуклетъчните комуникативни връзки за съхраняване на организмите като цяло
2. Химична информационна система – разпространение, носители на информация, пътища за разпространение на информацията, скорост на предаване на информацията
  - 3.1. Химични синапси
  - 3.2. Ендокринна, паракринна и автокринна комуникация

#### **XVIII тема** Механизми на освобождаване на невротрансмитерни молекули. Химичен синапс. Особенности на синаптичното предаване. Регулаторни механизми

1. Невротрансмитерите – основни носители на междуклетъчна информация
2. Молекулни вътреклетъчни механизми, осигуряващи освобождаването на невротрансмитер в синаптичната цепка
3. Химичен синапс
4. Регулаторни механизми

### **ЛЕКЦИЯ № 8 – 2 часа:**

**XIX тема** Възприемане на междуклетъчни химични сигнали. Рецепторите – информационни входове на клетките. Основни функции на рецепторите. Регулаторни механизми.

1. Рецептори- определение
2. Класификация на рецепторите според
  - 2.1. Мястоположението им в клетката
  - 2.2. Вида носители на междуклетъчна информация (лиганди)
3. Функции на рецепторите като информационен вход на клетката
  - 3.1. Разпознаване и свързване на съответни лиганди – нива на комплементарност
  - 3.2. Генериране на нов тип вътреклетъчна информация
    - 3.2.1. Вторични посредници
    - 3.2.2. Съответствие между количеството приемана и генерирана информация. Регулаторни процеси
  - 3.3. Рецепторите, усилвателно стъпало на химическата междуклетъчна информационна система.

**XX тема** Електричен тип междуклетъчна информационна система. Особенности. Нексус и електрически синапс

1. Електрична информационна система – разпространение, носители на информация, скорост на предаване на информацията
  - 1.1. Електрически синапси
  - 1.2. Нексусни връзки

**XXI тема** Вътреклетъчна информационна система. Механизми на промяна в цитозолното ниво на вторични посредници:  $Ca^{2+}$  и цАМФ

1.  $Ca^{2+}$ -вътреклетъчна сигнална система. Сигнални пътища, осигуряващи промени в цитозолното ниво на  $Ca^{2+}$ .
2. Краткотрайни  $Ca^{2+}$ -зависими клетъчни реакции.
3. Продължителни  $Ca^{2+}$ -зависими клетъчни реакции.
  - 3.1. възникване на примембранна  $Ca^{2+}$  циркулация
  - 3.2. роля на фосфолипаза С, диацилглицероли и протеинкиназа С
  - 3.3. каскадно фосфорилиране.
4. Значение на продължителните  $Ca^{2+}$ -зависими клетъчни реакции
3. цАМФ сигнална пътека – активиране, основни елементи, процеси, причиняващи клетъчен отговор
4. цГМФ сигнална пътека – активиране, елементи, процеси, причиняващи клетъчен отговор

## **ЛЕКЦИЯ № 9 – 2 часа:**

**XXII тема** Скелетни напречно набраздени мускули: структура, съкратителен апарат

1. Особенности в структурата на мускулните клетки
  - 1.1. миофибрили
  - 1.2. саркоплазмен ретикулум
  - 1.3. Т-система
2. Съкратителен апарат

2.1. съкратителни белтъци

2.2. молекулен строеж и пространствено разположение на тънките и дебели миофиламенти

**XXIII тема** Механизъм на съкращение при напречно набраздени мускули. Роля на  $\text{Ca}^{2+}$ . Видове съкращения

1. Пространствено разположение на тънки и дебели миофиламенти в клетките на скелетни напречно набраздени мускули.

2. Промени в тънките миофиламенти при повишаване на цитозолното ниво на  $\text{Ca}^{2+}$

2.1. взаимодействие на  $\text{Ca}^{2+}$  с тропонин С

2.2. промени в структурата на тънките миофиламенти

2.3. взаимодействие на тънки (актин) с дебели миофиламенти (миозин) и образуване на напречни мостчета.

3. Приплъзването между тънки и дебели миофиламенти, като основа на мускулното съкращение

4. Кинетични теории за мускулното съкращение.

5. Видове мускулни съкращения. Особенности

5.1. изометрични

5.2. изотонични

5.3. ауксометрични

**XXIV тема** Електро-механична връзка принапречно набраздени мускули. Източници на  $\text{Ca}^{2+}$ , необходим за контракция. Рианодинов рецептор

1. Последователност на основните процеси, предшестващи мускулното съкращение

1.1. Генериране на акционен потенциал в мускулните клетки

1.2. Повишаване на цитозолното ниво на  $\text{Ca}^{2+}$

1.3. Взаимодействие на тънки и дебели миофиламенти с използване на АТФ енергия и мускулна контракция

2. Саркоплазмения ретикулум – източник на  $\text{Ca}^{2+}$ , провокиращ съкратителния процес

3. Влияние на акционния потенциал върху пасивния транспорт на  $\text{Ca}^{2+}$  от лумена на саркоплазмения ретикулум в интрацелуларното пространство.

3.1. Влияние на дихидропиридиновите мембранни рецептори върху саркоплазмените рианодиновите рецептори – активиране на саркоплазмени  $\text{Ca}^{2+}$  канали

3.2. Влияние на саркоплазмените рианодиновите рецептори върху дихидропиридиновите мембранни рецептори – активиране на мембранни  $\text{Ca}^{2+}$  канали

4. Роля на  $\text{Ca}^{2+}$  помпи при преразпределение на  $\text{Ca}^{2+}$  в мускулните клетки

**ЛЕКЦИЯ № 10 – 2 часа:**

**XXV тема** Механични явления и величини при съкращение на напречно набраздени мускули. Уравнения на Хил

1. Величини характеризиращи мускулното съкращение – сила, скорост, механична работа (при преместване на товар), механична мощност, генериране на топлина (на активация, контракция и релаксация), обща енергия, обща мощност.

2. Емпирични зависимости между натоварване на мускула, скорост на съкращение и генерирана топлина

3. Експерименти на Хил. Уравнения на Хил.

**XXVI тема** Гладки мускули – общи сведения. Съкратителен апарат. Съкратителни механизми

1. Особенности на съкратителния апарат при гладките мускули

1.1. Съкратителни белтъци

1.2. Молекулен строеж на тънките и дебелите миофиламенти

1.3. Клетъчна ориентация на миофиламентите

1.4. Плътни телца

2. Процеси на гладкомускулна контракция/релаксация

2.1. Фосфорилирането/дефосфорилиране на миозина – основна причина за промените в механичната активност на гладките мускули

2.2. Роля на лековерижната миозинова протеин киназа и лековерижната миозинова фосфатаза

2.3. Фактори, причиняващи гладкомускулна контракция или релаксация.

**ЛЕКЦИЯ № 11 – 2 часа:**

**XVII тема** Електромеханична и фармакомеханична връзка при гладки мускули. Видове гладкомускулни съкращения

1. Електромеханична връзка – фазични гладкомускулни съкращения

2. Фармакомеханична връзка – тонични гладкомускулни съкращения

3. Видове гладкомускулни съкращения

3.1. Фазични съкращения

3.2. Тонични съкращения

**XVIII тема** Биоелектрична активност на гладки мускули

1. Общи характеристики и особености на биоелектричната активност на гладки мускули.

2. Класификация на гладките мускули, съобразно способността им да генерират акционни потенциали. Йонни механизми

2.1. Спонтанно-генериращи

2.1.1. бавна вълна

2.1.2. спайк потенциали

2.2. Генериращи под действие на невронални и/или хуморални и въздействия

2.3. Негенериращи

**ЛЕКЦИЯ № 12 – 2 часа:**

**XXIX тема** Повърхностен електричен заряд на молекули и клетки. Двоен електричен слой. Електрокинетичен потенциал. Зависимост на електрокинетичния потенциал от рН и йонната сила на средата

1. Причини за възникване и особености на повърхностния електричен заряд на биообекти (органични молекули, клетки и субклетъчни структури)
2. Противойони. Възникване на двоен електричен слой около биообектите.
3. Междофазов потенциал. Уравнение на Поасон-Болцман. Дебаева ширина
4. Електрокинетичен потенциал. Електрофоретична подвижност
5. Дефиниция на понятието йонна сила на средата. Зависимост на електрокинетичния потенциал от йонната сила
6. Зависимост на електрокинетичния потенциал от рН на средата

**XXX тема** Електрокинетични явления: електроосмоза, електрофореза, потенциал на течение, потенциал на седиментация

1. Класификация на електрокинетичните явления
  - 1.1. От първи род - относителното движение на фазите се обуславя от потенциалната разлика
  - 1.2. От втори род - относителното движение на фазите предизвиква потенциалната разлика.
2. Движения в дисперсна система, предизвикани от електрично поле.
  - 2.1. Електрофореза
  - 2.2. Електроосмоза
3. Електрично поле, предизвикано от движения в дисперсна система.
  - 3.1. Потенциал на течение
  - 3.2. Потенциал на седиментация

### **ЛЕКЦИЯ № 13 – 2 часа:**

**XXXI тема** Електропроводимост на клетки и тъкани за постоянен ток. Електрични поляризационни явления.

1. Особенности на протичане на постоянен ток през тъкани.
2. Изменение на големината на тока с времето на протичане на тока
3. Видове поляризация на тъкани с диелектрични свойства и на хетерогенни системи. Поляризационно напрежение
4. Влияние на поляризационното напрежение върху намаляването на големината на тока с времето.

**XXXII тема** Електропроводимост на клетки и тъкани за променлив ток. Импеданс на биообекти. Дисперсия на диелектричната проницаемост

1. Основни величини при променливия ток
  - 1.1. Моментни и ефективни стойности на ток и напрежение
  - 1.2. Видове електрическо съпротивление
    - 1.2.1. Активно съпротивление
    - 1.2.2. Диелектрична проницаемост. Капацитивно съпротивление
2. Импеданс на клетки и тъкани

3. Дисперсия на диелектричната проницаемост на тъканите –  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  дисперсия.

#### **ЛЕКЦИЯ № 14 – 2 часа:**

**XXXIII тема** Квантова биофизика. Енергетични нива на атоми и молекули. Енергетични преходи на електроните при органични молекули

1. Предмет на изследване на квантовата биофизика
2. Квантов характер на енергетичните превръщания – поглъщане, излъчване
3. Енергетични нива в биологичните молекули – орбитали, синглетни, триплетни състояния
4. Електронни преходи по енергетични нива

**XXXIV тема** Фотобиологични процеси. Етапи при протичане на фотохимични реакции

1. Фотобиологични процеси – дефиниция, етапи
2. Видове фотобиологични процеси – описание (фотосинтетични, фототаксис, фототропизъм и др.)
3. Взаимодействие на светлината със специфични биоструктури. Квантова биофизика на зрението
4. Луминесценция и биолуминесценция

#### **ЛЕКЦИЯ № 15 – 2 часа:**

**XXXV тема** Ефекти и механизми на действие на кохерентни източници на светлина върху биологични обекти

1. Взаимодействие на кохерентна светлина с биологичната материя
2. Характеристики на кохерентното лъчение, Особености на взаимодействието
3. Видове взаимодействия с биологичната материя според ефекта
4. Параметри, определящи характера на взаимодействието
5. Нетермични взаимодействия
6. Термични ефекти

**XXXVI тема** Основни характеристики и механизъм на въздействие на инфрачервени и ултравиолетови лъчи върху биологични обекти

1. Определение на инфрачервени лъчи и спектрални области в инфрачервената зона на електромагнитния спектър

2. Основни механизми на действие на инфрачервените лъчи
3. Ултравиолетови лъчи. Зони в ултравиолетовата област
4. Биологични ефекти на ултравиолетовите лъчи
  - 4.1. бактерициден
  - 4.2. мутагенен
  - 4.3. еритемен
  - 4.4. пигментиращ
  - 4.5. Д-витаминосинтециращ



**XXXVII тема** Действие на йонизиращата радиация върху живи организми. Фактори, повлияващи радиационните ефекти. Хипотези

1. Класификация на йонизиращите лъчения, според тяхната природа
2. Основни физични процеси, провокиращи йонизация при облъчване на тъкани
3. Процеси на първична и вторична йонизация
4. Активация на атоми и молекули. Свободни радикали
5. Мишенна хипотеза
- 6.. Хипотеза на непрякото действие
  - 6.1. Основни процеси, протичащи във водната фаза на организма
  - 6.2. Основни промени в ДНК, РНК, протеини и липиди, вследствие влияние на продукти от радиолізата на водата и от директно действие на йонизиращата радиация
  - 6.3. Лъчева болест
7. Обяснение на различни феномени, съпътстващи облъчването с йонизираща радиация
  - 7.1. кислороден ефект
  - 7.2. температурен ефект
  - 7.3. влияние на физиологичното състояние
  - 7.4. латентен период.

## УПРАЖНЕНИЯ - ТЕЗИСИ

**УПРАЖНЕНИЕ № 1 – 2 часа: Модел за изучаване на липидни агрегати във водна среда**

**I. Манипулации:** Работа с автоматична пипета.

**II. Теоретични знания:** Структура и организация на биологични мембрани. Фазови преходи. Взаимодействия между компонентите на биологична мембрана.

**III. Практически умения:** Определяне и съпоставяне размерите на някои пространствени характеристики на молекули от монослой в състояния, наподобяващи течно и кристално фазово състояние при биологична мембрана.

**УПРАЖНЕНИЕ № 2 – 2 часа: Мембранен транспорт на  $H_2O$ . Осмоза. Роля на осмозата при увеличаване водното съдържание на тъкани**

**I. Манипулации:** Инкубиране силиконови перли в разтвори с различен осмоларитет. Повърхностно подсушаване и претегляне с аналитични везни.

**II. Теоретични знания:** Пътища на трансмембранния воден транспорт. Роля на осмозата в някои физиологични процеси. Особености на мозъчната тъкан обуславящи склонността ѝ към преоводняване. Патологични прояви вследствие променен осмоларитет – класифициране.

**III. Практически умения:** Работа с аналитични везни.

**УПРАЖНЕНИЕ № 3 – 2 часа: Дифузионни потенциали: експериментални модели.**

**I. Манипулации:** Комплектоване на камери с мембранна стена и вградени електроди, позициониране, осигуряване на необходимия дебит на разтвор през камерите, последователна смяна на разтворите и измерване на мембранното напрежение от двете страни на мембраната с мултицет.

**II. Теоретични знания:** Анализ на теоретични модели на дифузионен електрически потенциал в различни среди и съпоставка с процесите в живите клетки. Роля на параметрите на дисперсната система.

**III. Практически умения:** Работа с модели.

**УПРАЖНЕНИЕ № 4 – 2 часа: Експериментално определяне на електрокинетичен потенциал.**

**I. Манипулации:** Зареждане на микроелектрофоретични камери с буферен разтвор и работа на разтвор с дрожди. Затваряне на веригата чрез мостчета между отсеците на камерите. Темперирание на разтвора, позициониране на системата върху микроскопска масичка. Фокусиране на стационарен слой с дрожди, включване на напрежение, измерване на скорост на движение на дисперсната фаза. Изчисляване стойността на електрокинетичния потенциал.

**II. Теоретични знания:** Възникване на междуфазови електрически потенциали около биологични обекти, причини, особености, параметри. Структура на двоен електричен слой. Дефиниране на електродинамичен и електрокинетичен потенциал. Методи за измерване.

**III. Практически умения:** Електроелектрофоретични измервания, косвени измервания на електрокинетичния потенциал на живи клетки.

**УПРАЖНЕНИЕ № 5 – 2 часа: Роля на активния транспорт при изследване функцията на щитовидната жлеза**

**I. Теоретични знания:** Предпоставки за осъществяване на активен транспорт. Разлики между първично активен и вторично активен транспорт.

**II. Практически умения:** Анализ на теоретични модели и приложение към реален биологичен обект

**УПРАЖНЕНИЕ № 6 – 2 часа: Мембранни йонни канали. Блокери на йонни канали. Ефекти от блокиране на  $Ca^{2+}$  - канали при гладка мускулатура.**

**I. Манипулации:** Измерване на амплитудата и честотата на фазичните съкращения върху изометричен запис на съкратителна активност. Измерване на параметрите на nifedipine – индуцираната гладкомускулна реакция.

**II. Теоретични знания:** Йонни канали в клетъчната мембрана. Класификация. Блокатори на йонни канали. Природа на взаимодействието между йонните канали и блокиращите ги субстанции.

**III. Практически умения:** Построяване и анализ на графикчни зависимости въз основа по практически получени данни.

**УПРАЖНЕНИЕ № 7 – 2 часа: Рецепторите – клетъчни информативни входове. гладко-мускулни ефекти от активирание и блокиране на мускаринови холинергични рецептори**

**I. Манипулации:** Работа с реални записи от експерименти с изолирани ГМ препарати. Записите отразяват промяната в ССА и/или тонуса на ГМ препарати след екзогенно въздействие с acethylholine, измерване и сравняване силата на acethylholine – индуцирани контракции причинени от  $1 \times 10^{-8}$  до  $1 \times 10^{-5}$  mol/l. Построяване криви на зависимостта на концентрация/ефект.

Въздействие с atropine  $1 \times 10^{-6}$  mol/l .

**II. Теоретични знания:** Клетъни рецептори – елементи от междуклетъчната информационна система от организма. Функция на рецепторите. Класификация на М- и N-холинорецептори. Разпознаване и свързване на съответни лиганди – нива на комплементарност. Холиноблокери.

**III. Практични умения:** Построяване и анализ на графични зависимости въз основа на практически получени данни.

**УПРАЖНЕНИЕ № 8 – 2 часа: Изследване промените на мембрания потенциал на аксон на калмар при дразнене с импулсен електричен ток с различна плътност, посока и продължителност.**

**I. Манипулации:** Въвеждане на данни в таблица – EXCEL. Снемане параметрите на акционен потенциал.

**II. Теоретични знания:** Уравнение на Голдман. Уравнение на Нернст. Акционен потенциал на нервна клетка. Модел на Ходжкин и Хъкли, обясняващ промените на мембрания потенциал на нервна клетка.

**III. Практически умения:** Определяне стойността на критичната деполяризация. Проследяване промените на времето на деполяризация от големината и продължителността на стимулиращия ток. Проследяване промените в продължителността на акционния потенциал от големината и продължителността на тока на стимулация.

**УПРАЖНЕНИЕ № 9 – 2 часа: Йонна теория на възбудането. Метод на фиксираното напрежение. Промени на йоните токове през клетъчната мембрана на аксона на калмара при блокиране на  $Na^+$ - и  $K^+$ - канали.**

**I. Манипулации:** Въвеждане на данни в таблица – EXCEL. Снемане параметрите на трансмембрания ток.

**II. Теоретични знания:** Йонна теория на възбудането. Метод на фиксираното напрежение. Йонни токове през мембраната на аксона на калмара при определена фиксирана стойност на мембрания потенциал. Блокатори  $Na^+$  - и  $K^+$  - канали.

**III. Практически умения:** Определяне големината и вида на тока през клетъчна мембрана от стойността на фиксираното напрежение при прилагане на блокатори и при нормални условия.

**УПРАЖНЕНИЕ № 10 – 2 часа: Анализ на акционния потенциал на сърдечен мускул, илюстриран имплантируем кардиостимулатор.**

**I. Манипулации:** Свързване на кардиостимулатор с осцилограф. Включване на електричното напрежение на генератор на правоъгълни импулси. Включване на електричното напрежение на осцилографа.

**II. Теоретични знания:** Морфологични и функционални особености на клетките изграждащи стените на сърцето. Видове пейсмейкери: I-ви и II-ри порядък. Акционен потенциал на клетките на работния миокард. Акционен потенциал на клетките от синоатриалния възел на сърцето. Случаи при които се налага въвеждане на изкуствен кардиостимулатор.

**III. Практически умения:** Разглеждане работата на генератор на правоъгълни импулси в нормален режим. Измерване на стимулиращи правоъгълни импулси с осцилограф: амплитуда, продължителност и период на повторение. Търсене на импулси с диастолична деполяризация.

**УПРАЖНЕНИЕ № 11 – 2 часа: Определяне на стойността на латентния период при съкращение на напречно-набраздени мускули.  $Ca^{2+}$  - регулация**

**I. Манипулации:** Измерване на елементи на съкратителната активност на скелетна мускулатура. Симулация на съкращение на скелетен мускул. Разчитане на електронна микрофотограма на скелетен мускул. Определяне на времето за придвижване на  $Ca^{2+}$  - йони от депата в саркоплазмения ретикулум до съкратителния апарат.

**II. Теоретични знания:** Структура на напречно набраздена мускулна тъкан. Електро-механично куплиране при напречно набраздени мускули. Разположение на калциевите депа в структурата на напречно набраздени мускули. Механизми за повлияване на цитоплазменото ниво на  $Ca^{2+}$

**УПРАЖНЕНИЕ № 12 – 2 часа: Контрактилна активност на гладкомускулна тъкан. Роля на  $Ca^{2+}$ .**

**I. Манипулации:** Изолиране на гладкомускулен (ГМ) препарат от стомах на плъх. Предварително тариране на тензодатчик и апарат, регистриращи съкратителната активност. Фиксиране на ГМ препарат в тъканна вана с разтвор на Кребс (темпераиран до 37°C и аериран с газова смес от 95% O<sub>2</sub> и 5% CO<sub>2</sub>) и свързването му към тензодатчик. Записване на съкратителната активност върху хартиен носител.

Въздействия с ацетилхолин. Метрични анализи върху амплитудата и честотата на механичната активност и от записа.

**II. Теоретични знания:** Структура на гладкомускулна тъкан. Съкратителни белтъци, структура на съкратителния апарат. Природа на бавните вълни на мембрания потенциал, спайк - потенциали. Роля на концентрацията на  $Ca^{2+}$  в крос-бридж процес при мускулно съкращение. Характеристики на съкратителна активност на гладки мускули. Смисъл от контролните въздействия с ацетилхолин.

**III. Практически умения:** Снемане и анализ на метрични параметри на гладко мускулно съкращение: честота, амплитуда и тонус.

**УПРАЖНЕНИЕ № 13 – 2 часа: Електрофореза. Разделяне и разпознаване на фракции чрез препаративна електрофореза**

**I. Манипулации:** Подготвяне на електрофоретични камери за хартиена електрофореза. Зареждане на работни разтвори. Приготвяне на целулозоацетатните плаки и филтърни мостчета, разтвори за анализ и включването им в електрофореза. Отделяне на ивиците с отделните фракции и екстрахиране. Спектрофотометрично идентифициране на различните фракции.

**II. Теоретични знания:** Запознаване с основни принципи на електрофорезата - препаративна, за диагностична и терапевтична цел.

**III. Практически умения:** Провеждане на препаративна електрофореза, работа със спектрометър и спектрофотометрично идентифициране на фракции.

**УПРАЖНЕНИЕ № 14 – 2 часа: Електропроводимост на биологичната тъкан за постоянен ток. Мионеврален синапс. Електро-мускулна стимулация. Определяне**

**зависимостта на праговата стойност на импулсния ток от продължителността на импулса.**

**I. Манипулации:** Почистване на областта за локализиране на електродите. Овлажняване на местата за апликация с физиологичен разтвор. Прикрепяне на електродите към кожата. Избор на честота и продължителност на импулса.

**II. Теоретически знания:** Структура на напречно набраздените мускули. Електропроводимост на биологична тъкан за постоянен ток. Съкратителна активност при скелетни мускули. Методика за електростимулация.

**III. Практически умения:** Подбиране на форма и честота на импулса. Построява на графика от опитни резултати.

**УПРАЖНЕНИЕ № 15 – 2 часа: Определяне зависимостта на кожното съпротивление *in vivo* от честотата на променливия ток.**

**I. Манипулации:** Почистване на изследвания участък от кожата на ръката със спирт и памук. Навлажняване на същия участък с физиологичен разтвор или вода. Поставяне на електроди върху подлакътница за въздействие със средночестотно електрично поле. Промяна на чувствителността на електронния лъч по двата канала на осцилографа.

**II. Теоретични знания:** Ток на проводимост и ток на отместване. Активно съпротивление на електролити, капацитивно съпротивление на диелектрици. Електрична еквивалентна схема на кожна тъкан. Импеданс на човешка кожа. Зависимост на кожното съпротивление *in vivo* от честотата на електрично поле. Коефициент на поляризация – показател за жизнеспособността на тъканта.

**III. Практически умения:** Измерване на електрично напрежение с променлива честота. Измерване на електричен ток с променлива честота с помощта на осцилограф. Определяне импеданса на човешка кожа по закона на Ом. Начертаване на графична зависимост на импеданс от честотата на електрично поле. Определяне коефициент на поляризация. Определяне на активното съпротивление на човешка кожа.

**УПРАЖНЕНИЕ № 16 – 2 часа: Биофизични основи на реографията. Определяне на времеви и амплитудни реографски параметри, характеризиращи работата на сърцето и пулсовото кръвонапълване.**

**I. Манипулации:** Почистване на изследвания участък от кожата със спирт. Обвиване на електродите с памук, напоен с физиологичен разтвор. Фиксиране на електродите към изследвания участък с помощта на гумена лента. Избор на подходяща скорост на запис на реограма.

**II. Теоретични знания:** Физични основи на реографията. Активното електрично съпротивление на кръвта като величина на регистриране. Основни елементи на реограмата. Анализ на два реографски записа.

**III. Практически умения:** Запознаване с някои елементи на реографската крива. Определяне на амплитудни и времеви параметри. Особености на подхода за анализ на реографска крива при използване на амплитудни показатели. Сравнение между две реографски криви.

## ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ ЗА САМОСТОЯТЕЛНА ПОДГОТОВКА

1. Биофизика. Маринов М. София, 2001 год.
2. Биофизика (под редакция на проф. С. Стоилов). София, Медицина и физкултура 1995 год.
3. Основи на медицинската физика с елементи на биофизика (под редакция на проф. Кръстев), Пловдив, 2009 год.
4. Медицинска физика и биофизика. Иванов И. Стара Загора, 2000 год.
5. [Как се съкращава мускулът? http://www.bb-team.org/articles/748\\_kak-se-sakrashtava-muskulat#ixzz1zJR5BbbK](http://www.bb-team.org/articles/748_kak-se-sakrashtava-muskulat#ixzz1zJR5BbbK)
6. Работна тетрадка по биофизика (под редакция на проф. А. Кръстев). МУ – Пловдив, 2005 год.
7. Биология на клетките, Н. Попов, изд. „Жовали“ Пловдив
8. Латерална компартментаризация на биологичните мембрани като естествен начин за организиране на специфичните клетъчни структури, В. Кочев
9. Биологические мембраны, Черенкевич, С. Н. Минск : БГУ, 2008.
10. Ионные каналы мембраны Сазонов В.Ф. <http://kineziolog.bodhy.ru/content/ionnye-kanaly-membrany/>
11. Междуклеточная сигнализация, Т.Н. Попова, Воронежского государственного университета 2012
12. Внутриклеточная сигнализация, В. Зинченко, 2002г.
13. Физиология: биопотенциалы и электрическая активность клеток, О Балежина, 2017
14. Физиология межклеточной коммуникации : учеб. пособие, А. В. Сидоров, Минск БГУ, 2008
15. ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ, А. Зверев, 2016

Интернет източници:

<https://www.youtube.com/watch?v=QpcACa39YtA>

<https://www.youtube.com/watch?v=LXaPt9i9hjq>

[https://www.youtube.com/watch?v=4kx9\\_0YwShE](https://www.youtube.com/watch?v=4kx9_0YwShE)

<https://www.youtube.com/watch?v=VDUX5nN43ck>

<https://www.youtube.com/watch?v=pnpWxgt9zdg>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZHhb9JFo01k>

[https://www.youtube.com/watch?v=rCNIG\\_j\\_gSM](https://www.youtube.com/watch?v=rCNIG_j_gSM)

<https://www.youtube.com/watch?v=ZAbrCJxk8fs>

<https://www.youtube.com/watch?v=s1yT8BAme9I>

<https://www.youtube.com/watch?v=Pl7nzXaVqak>

<https://www.youtube.com/watch?v=a18yUrFe6Zk>

<https://www.youtube.com/watch?v=Pe1Ir6xnUI8>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ec0wpSPfBlk>

<https://www.youtube.com/watch?v=y8XTISqd-Ac>

<https://www.youtube.com/watch?v=PmvCrcNiOnQ>

<https://es.coursera.org/lecture/physiology/smooth-muscle-structure-regulation-and-pacemakers-XYamY>

<https://www.youtube.com/watch?v=aXAOmqnmL0w>

[https://www.youtube.com/watch?v=vpjp-2IJ\\_fo](https://www.youtube.com/watch?v=vpjp-2IJ_fo)  
<https://www.youtube.com/watch?v=uuDm8nxPtQU>  
<https://www.youtube.com/watch?v=IKKL4LEKH5g>  
<https://www.youtube.com/watch?v=SCznFaTwTPE>  
<https://www.youtube.com/watch?v=uY2ZOcCnXIA>  
<https://www.youtube.com/watch?v=f21iK2B6L90>  
<https://www.youtube.com/watch?v=MmZQRJZNIvA>  
<https://www.youtube.com/watch?v=D3JkAe838Zo>

## КОНСПЕКТ

1. Термодинамични системи и величини. I-ви принцип на термодинамиката и приложението му в биологична системи
2. Втори принцип на термодинамиката. Ентропия. Уравнение на Пригожин
3. Композиране на липиден бислои във водна среда. Роля на хидрофилното и хидрофобно взаимодействие. Термодинамични характеристики на липидния бислой
4. Клетъчна мембрана: компоненти, строеж, основни функции
5. Енергетични предпоставки за осъществяване на пасивен мембранен транспорт. Концентрационен и електричен градиент. Равновесен потенциал
6. Процеси на пасивен мембранен транспорт: неспецифична и улеснена дифузия, трансфузия, осмоза, филтрация
7. Пасивен мембранен транспорт на неорганични йони. Мембранни йонни канали
8. Йонофори. Видове. Специфични особености на йонния транспорт чрез йонофори
9. Активен мембранен транспорт. Видове
10. Модел на  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  помпа. Режим на работа. Блокатори.  $\text{Ca}^{2+}$  помпи
11. Електричен мембранен потенциал. Предпоставки за съществуването му. Уравнения на Нернст-Бернщайн и Голдман
12. Акционен потенциал при неврон. Промени на мембранната проводимост за  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  при акционен потенциал
13. Следови потенциали при акционен потенциал. Акомодация. Рефрактерен период
14. Електротонично провеждане. Електротоничен потенциал
15. Механизъм на провеждане на акционен потенциал при неврон. Скорост на разпространение
16. Биоелектрична активност на скелетни и сърдечни мускули
17. Междуклетъчна комуникация. Химичен тип междуклетъчна информационна система
18. Механизми на освобождаване на невротрансмитерни молекули. Химичен синапс. Особенности на синаптичното предаване. Регулаторни механизми
19. Възприемане на междуклетъчни химични сигнали. Рецепторите – информационни входове на клетките. Основни функции на рецепторите. Регулаторни механизми
20. Електричен тип междуклетъчна информационна система. Особенности. Нексус и електрически синапс
21. Вътреклетъчна информационна система. Механизми на промяна в цитозолното ниво на вторични посредници:  $\text{Ca}^{2+}$  и цАМФ
22. Скелетни напречно набраздени мускули: структура, съкратителен апарат

23. Механизъм на съкращение при напречно набраздени мускули. Роля на  $\text{Ca}^{2+}$ . Видове съкращения
24. Електромеханична връзка при напречно набраздени мускули. Източници на  $\text{Ca}^{2+}$ , необходим за контракция. Рианодинов рецептор
25. Механични явления и величини при съкращение на напречно набраздени мускули. Уравнения на Хил
26. Гладки мускули – общи сведения. Съкратителен апарат. Съкратителни механизми.
27. Електромеханична и фармакомеханична връзка при гладки мускули. Видове гладкомускулни съкращения
28. Биоелектрична активност на гладки мускули
29. Повърхностен електричен заряд на молекули и клетки. Двоен електричен слой. Електрокинетичен ( $\zeta$ ) потенциал. Зависимост на  $\zeta$  потенциал от рН и от йонната сила на средата
30. Електрокинетични явления: електроосмоза, електрофореза, потенциал на течение, потенциал на седиментация
31. Електропроводимост на клетки и тъкани за постоянен ток. Електрични поляризационни явления
32. Електропроводимост на клетки и тъкани за променлив ток. Импеданс на биообекти. Дисперсия на диелектричната проницаемост
33. Квантова биофизика. Енергетични нива на атоми и молекули Енергетични преходи на електроните при органични молекули
34. Фотобиологични процеси. Етапи при протичане на фотохимичните реакции
35. Ефекти и механизми на действие на кохерентни източници на светлина върху биологични обекти
36. Основни характеристики и механизъм на въздействие на инфрачервени и ултравиолетови лъчи върху биологични обекти
37. Действие на йонизираща радиация върху живи организми. Фактори, повлияващи радиационните ефекти. Хипотези