

# Биологическая физика, Физика и биологическая физика

(фармация заочное отделение 1 и 2 курс)

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 (3 часа)

**Тема раздела:** «Механика».

**Тема занятия:** Акустика. Звук, ультразвук, инфразвук. Биофизические основы формирования слухового ощущения. Диаграмма слышимости. Аудиометрия. Лабораторная работа «СНЯТИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ УХА НА ПОРОГЕ СЛЫШИМОСТИ»

**Цель занятия:** Изучить физические и физиологические характеристики звуковых колебаний, аудиометрии, получить аудиограммы, научиться определять порог слышимости уха.

### Теоретические вопросы:

1. Природа звука. Скорость звука. Физические и физиологические характеристики звука (частота, интенсивность, спектральный состав, высота, громкость, тембр).
2. Диаграмма слышимости. Порог слышимости, порог болевого ощущения, область речи
3. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости звука, связь между ними и единицы измерения
4. Звуковые методы исследования в клинике. Аускультация и перкуссия. Фонокардиография. Аудиометрия
5. Методика определения порога слышимости (спектральной характеристики уха на пороге слышимости).

### Практические задания:

1. Выполнить лабораторную работу «СНЯТИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ УХА НА ПОРОГЕ СЛЫШИМОСТИ»

2. Решить задачи:

1. Интенсивность звука частотой 5 кГц равна  $10^{-9}$  Вт/м<sup>2</sup>. Определить уровни интенсивности и громкости этого звука.
2. Уровень интенсивности звука от некоторого источника равен 60 дБ. Чему равен суммарный уровень интенсивности звука от десяти таких источников звука при их одновременном действии?
3. Уровень громкости звука частотой 200 Гц после его прохождения через стенку понизился от 100 до 20 фон. Во сколько раз уменьшилась интенсивность звука?

### ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинская и биологическая физика. Практикум: учебное пособие / В.Г.Лещенко [и др.]; под ред. В.Г.Лещенко. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2013. – 334 с. С. 131–136.

# Биологическая физика, Физика и биологическая физика

## (фармация заочное отделение 1 и 2 курс)

### ЗАНЯТИЕ № 2(3 часа)

**Тема раздела:** «Молекулярная физика. Биореология. Физические основы гемодинамики».

**Тема занятия:** Поверхностное натяжение в жидкости. Капиллярные явления. Лабораторная работа «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ РЕБИНДЕРА»

**Цель занятия:** Изучение явления поверхностного натяжения и его характеристик, капиллярных явлений, освоение метода Ребиндера и определение с его помощью коэффициента поверхностного натяжения раствора этилового спирта.

#### **Теоретические вопросы:**

1. Явление поверхностного натяжения. Физический смысл коэффициента поверхностного натяжения. Силы поверхностного натяжения.
2. Молекулярное давление поверхностного слоя на жидкость. Добавочное давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.
3. Явления смачивания и несмачивания, краевой угол.
4. Капиллярные явления. Подъем жидкости в капиллярных трубках.
5. Сущность газовой эмболии и условия ее возникновения
6. Роль поверхностного натяжения альвеолярного сурфактанта легких в процессе дыхания
7. Метод Ребиндера определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

#### **Практические задания:**

1. Выполнить лабораторную работу «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ РЕБИНДЕРА»

2. Решить задачи:

1. При температуре  $0^{\circ}\text{C}$  коэффициент поверхностного натяжения на границе вода – воздух равен  $75,6 \text{ мН/м}$ , а при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  –  $72,6 \text{ мН/м}$ . На сколько процентов изменится масса капли выпадающей из капилляра, при изменении температуры от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ ?

2. В капилляре диаметром  $2,8 \text{ мм}$ , погруженном в воду перпендикулярно ее поверхности, вода поднялась на высоту  $1 \text{ см}$ . Определите по этим данным коэффициент поверхностного натяжения воды.

3. Пузырек воздуха, попавший в кровеносный сосуд, имеет радиусы кривизны  $0,2 \text{ мм}$  и  $0,6 \text{ мм}$ . Определить добавочное давление в пузырьке, препятствующее кровотоку (ответ привести в Па ). Коэффициент поверхностного натяжения на границе кровь – воздух  $0,058 \text{ Н/м}$ .

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Медицинская и биологическая физика. Практикум: учебное пособие / В.Г.Лещенко [и др.]; под ред. В.Г.Лещенко. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2013. – 334 с. С. 114–122.

2. Медицинская и биологическая физика: учебное пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2012. – 552 с. С. 132–148.

# Биологическая физика, Физика и биологическая физика

(фармация заочное отделение 1 и 2 курс)

## ЗАНЯТИЕ № 3(3 часа)

**Тема раздела:** «Молекулярная физика. Биореология. Физические основы гемодинамики».

**Тема занятия:** Физические основы гидродинамики идеальной и вязкой жидкости. Физические основы гемодинамики. Методы определения вязкости жидкостей. Лабораторная работа «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ ВИСКОЗИМЕТРОМ ОСТВАЛЬДА»

**Цель занятия:** Изучить законы течения вязкой жидкости. Научиться определять вязкость жидкости с помощью капиллярного вискозиметра Оствальда.

### Теоретические вопросы:

1. Условие неразрывности струи. Объемная и линейная скорости кровотока.
2. Уравнение Бернулли.
3. Вязкость жидкости. Формула Ньютона для силы трения в жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
4. Вязкость воды и вязкость крови. Факторы, влияющие на вязкость движущейся крови в организме.
5. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.
6. Методы определения вязкости жидкости (метод Стокса, капиллярные методы, ротационные методы).
7. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса.
8. Роль разветвления и эластичности кровеносных сосудов в системе кровообращения. Пульсовая волна. Скорость распространения пульсовой волны.
9. Методы определения давления крови. Физические основы метода Короткова-Ривароччи..
10. Работа и мощность сердца.

### Практические задания:

1. Выполнить лабораторную работу «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ ВИСКОЗИМЕТРОМ ОСТВАЛЬДА»

2. Решить задачи:

1. Какой характер имеет течение жидкости в гладкой трубе при числе Рейнольдса = 2700?

2. Оцените гидравлическое сопротивление сосуда, если при расходе крови в 0,2 л/мин разность давлений на его концах составляет 3 мм.рт.ст.

3. Определите линейную скорость крови в аорте радиусом 1,5 см, если длительность систолы 0,25с, ударный объем крови 60 мл. Каков характер этого кровотока, если критическое число Рейнольдса равно 1160, а плотность крови  $1050 \text{ кг/м}^3$  ?

### ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинская и биологическая физика. Практикум: учебное пособие / В.Г.Лещенко [и др.]; под ред. В.Г.Лещенко. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2013. – 334 с. С. 123–130.

2. Медицинская и биологическая физика: учебное пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2012. – 552 с. С. 149–183

# Биологическая физика, Физика и биологическая физика

(фармация заочное отделение 1 и 2 курс)

## ЗАНЯТИЕ № 4(1 час)

**Тема раздела:** «Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов».

**Тема занятия:** Семинар «Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через биологические мембраны. Формирование мембранных потенциалов клетки в покое и при возбуждении. Механизм генерации потенциалов покоя и действия.

Распространение потенциала действия по аксонам»

**Цель занятия:** Изучить структуру, основные функции и физические свойства биологических мембран. Понимать процессы пассивного и активного транспорта веществ через биомембраны, математическое описание пассивного транспорта веществ, механизм возникновения биопотенциалов покоя, уравнения Нернста и Гольдмана-Ходжкина-Катца для потенциала покоя клетки. Изучить механизм генерации биопотенциала действия и его основные фазы.

### Теоретические вопросы:

1. Строение биологических мембран. Латеральная диффузия, флип-флоп, вращательная диффузия.
2. Виды пассивного транспорта веществ через мембрану.
3. Математическое описание пассивного транспорта. Электрохимический потенциал. Уравнения Теорелла, Нернста-Планка. Закон Фика. Проницаемость мембран.
4. Активный транспорт ионов. Механизм активного транспорта на примере натрий-калиевого насоса.
5. Возникновение мембранных потенциалов покоя. Равновесные потенциалы Нернста. Полное выражения для мембранного потенциала покоя (уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца).
6. Потенциал действия. Механизм его генерации, фазы и форма. Рефрактерные периоды.
7. Распространение потенциала действия по безмиелиновому аксону и по аксону, покрытому миелиновой оболочкой.

### Практические задания:

1. Решить задачи:

1. Если при разнице концентраций вещества внутри и снаружи мембраны  $0,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л, плотность потока этого вещества через мембрану составляет  $8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{моль}}{\text{см}^2 \cdot \text{с}}$ , то чему равен коэффициент проницаемости мембраны для ионов данного вещества?

2.  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  насос в плазматической мембране эритроцита совершил 8 циклов работы. Чему в сумме равно количество ионов натрия и калия, которые при этом были активно транспортированы?

### ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинская и биологическая физика: учебное пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2012. – 552 с. С. 184–225.

## Биологическая физика (фармация заочное отделение 1 курс) ЗАНЯТИЕ № 5(зачет)

**Тема раздела:** «Механика», «Молекулярная физика. Биореология. Физические основы гемодинамики», «Биофизика клетки. Моделирование биологических процессов»

**Тема занятия:** Зачетное занятие по учебному материалу 1 семестра

**Цель занятия:** Контроль выполнения учебного плана 1 семестра по изученным темам. Анализ итогов контроля.

### Теоретические вопросы:

1. Основы биомеханики. Механические характеристики и свойства твердых тел. Виды деформаций, диаграмма растяжения. Закон Гука, коэффициент жесткости, модуль упругости, пределы пропорциональности, упругости, прочности. Коэффициент Пуассона
2. Механические свойства биологических тканей: кости, кожи, мышц, хряща. Проявление анизотропии механических свойств биотканей.
3. Механические колебания. Энергия гармонического колебания.
4. Сложение гармонических колебаний. Гармонический анализ сложных колебаний. Теорема Фурье
5. Механические волны, их виды и скорость распространения в разных средах. Энергетические характеристики механических волн. Вектор Умова.
6. Физические и физиологические характеристики звука. Диаграмма слышимости. Уровни интенсивности и уровни громкости звука, единицы их измерения. Закон Вебера-Фехнера.
7. Ультразвук. Методы получения ультразвука. Отражение и поглощение ультразвуковых волн биотканями, акустический импеданс.
8. Физические механизмы взаимодействия ультразвуковых волн с биологическими тканями. Терапевтическое и хирургическое применение ультразвука.
9. Ультразвуковая диагностика. Принципы получения изображений органов с использованием ультразвука.
10. Эффект Доплера, его использование для измерения скорости кровотока.
11. Уравнение Бернулли, условие неразрывности струи, пределы их применимости для описания кровотока.
12. Вязкость жидкости, методы её определения. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Вязкость крови. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме.
13. Формула Пуазейля. Распределение давления и скорости кровотока по сосудистой системе.
14. Пульсовые волны, механизм их возникновения. Скорость пульсовой волны. Формула Моэнса-Кортевега. Регистрация пульсовых волн.
15. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Проявления турбулентностей в сердечно-сосудистой системе.
16. Работа и мощность сердца.
17. Поверхностное натяжение в жидкости. Сила, коэффициент поверхностного натяжения. Явление смачивания. Капиллярные явления. Формула Лапласа. Газовая эмболия.
18. Пассивный транспорт веществ через биологические мембраны, его виды.
19. Математическое описание пассивного транспорта (уравнения Теорелла, Фика, Нернста-Планка).
20. Активный транспорт ионов через биомембрану. Виды ионных насосов. Принцип работы натрий-калиевого насоса.
21. Мембранные потенциалы покоя. Их ионная природа. Уравнения Нернста и Гольдмана-Ходжкина-Катца.
22. Генерация потенциала действия. Его форма и характеристики.
23. Распространение потенциала действия по миелиновому и безмиелиновому нервному волокну.

### Практические задания:

1. Оформить протоколы к лабораторным работам 5 - 7 [1];
2. Решить задачи к занятиям 1 - 4;
3. Решить задачи к лабораторным работам 5 - 7 [1];

### ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинская и биологическая физика. Практикум: учебное пособие / В.Г.Лещенко [и др.]; под ред. В.Г.Лещенко. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2013. – 334 с. С. 114–136.
2. Медицинская и биологическая физика: учебное пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2012. – 552 с. С. 74–224