


МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ГИМНАЗИЯ № 12 ГОРОДА ТЮМЕНИ

РАССМОТРЕНО


на МО учителей естественного цикла

Руководитель МО Толстогузова И.Л. 

Протокол № 01 от 26.08.2021

ПРИНЯТО

на НМС, протокол № 1 от 27.08.2021

Председатель НМС Попова Л.Ф. 



УТВЕРЖДАЮ

Директор МАОУ гимназии № 12

Л.А. Платонова

Приказ № 3/138 от 30.08.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
элективного курса «**Биофизика**»  
для учащихся 10-11 класса  
1 час в неделю: 35 часов в год

Составитель программы: Стулень В.А., Семенов А.П.

учитель физики

**Рабочая программа элективного курса «Биофизика»  
(10-11 класс)**

**Содержание программы**

№	Общая структура программы
1.	Планируемые результаты изучения учебного предмета «Биофизика» (10 -11 классы)
2.	Содержание учебного предмета «Биофизика» (10 -11 классы)
3.	Тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы
Приложение 1. Лист внесения изменений	

Рабочая программа 10-11 классов Элективного курса «Биофизика» предназначен для основного образования учащихся 10-11 классов, интересующихся современными проблемами науки и готовящихся к обучению в вузе на специальностях физического, биологического и химического профиля. Содержание курса выходит за рамки школьной программы и может быть использовано для проведения факультативных занятий для углубленной подготовки. На изучение курса биофизики выделено 70 часов, в том числе в X классе – 35 часа (1 час в неделю), в XI классе – 35 часа (1 час в неделю).

Нормативный срок освоения программы - 2 года.

**1. Планируемые результаты изучения учебного предмета «Биофизика» (10 - 11 класс)**

Основная цель курса – ознакомить школьников с современными физическими подходами в исследовании живых организмов, сформировать интерес, а значит и мотивацию для изучения дисциплин естественнонаучного профиля. Курс должен обеспечить обучение, воспитание и развитие школьников в естественнонаучных областях. Подавляющее большинство современных методов исследования живых систем основано на применении физических законов или явлений. Биофизика объективным образом демонстрирует непрерывность в изучении природы, показывая тесную взаимосвязь физических, химических и биологических закономерностей. Биофизика – важнейший элемент общебиологического образования, способствующий формированию научного мышления и объективному пониманию жизненных явлений и процессов нарушения жизнедеятельности организмов. Курс спланирован как междисциплинарное описание явлений и закономерностей, протекающих в живых организмах на разных уровнях его организации и имеющих биофизический характер. Методологическая идея состоит, в основном, в изложении «горячих» проблем биофизики (и в этом смысле курс служит избранными главами биофизики), связанных между собой единой логикой естественно-научного мышления. Это позволяет авторам курса сохранить корректность в изложении сложных проблем современной науки и одновременно представить материал на научно-популярном уровне, базирующемся на знаниях, полученных учащимися по основным предметам школьной программы. Курс дает представление об основных разделах биофизики, но при этом не дублирует вузовские курсы по биофизике, более

того, является платформой для лучшего понимания предметов «Физика», «Химия» и «Биология» основной школьной программы. Помимо традиционных заданий курс «Биофизика» содержит задачи, стимулирующие становление исследовательских навыков (задачи с формулировкой существующих нерешенных проблем современной биофизики, меж предметные задания, задачи с «избыточными» или «недостаточными» данными и др.). При составлении курса были использованы следующие научно методические подходы: соответствие современным деятельностным формам и методам организации процесса обучения, ориентация на компетентностный подход и современные цели обучения, соответствие современным научным представлениям в области биофизики, соответствие возрастным и психологическим особенностям учащихся, обеспечение преемственности содержания образования, обеспечение меж предметных связей, обеспечение оптимизации учебного процесса, обеспечение возможностей использования разных форм обучения, включая очные, заочные, дистанционные, проведение консультаций, экскурсий, экспериментальной работы и т.п. По содержанию программа курса «Биофизика» соответствует углубленным программам по общеобразовательным предметам, дополняющим традиционные учебные программы по физике, химии, биологии, математике и естествознанию.

#### Результаты обучения

Метапредметными результатами освоения выпускниками полной школы программы по биофизике являются:

- использование умений и навыков различных видов познавательной деятельности, применение основных методов познания (системноинформационный анализ, моделирование и т.д.) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использование основных интеллектуальных операций: формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации
- умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации целей и применять их на практике
- использование различных источников для получения физической информации, понимание зависимости содержания и формы представления информации от целей коммуникации и адресата.
- овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умения предвидеть возможные результаты своих действий;
- развитие монологической и диалогической речи, умение выражать свои мысли и выслушивать собеседника, понимать его точку зрения;
- умение работать в группе с выполнением различных социальных ролей, отстаивать свои взгляды, вести дискуссию.

В области предметных результатов:

1. Формирование у школьников знаний о закономерностях протекания в живых организмах физических и физико-химических процессов на разных уровнях организации – от субмолекулярного и молекулярного до клетки и целого организма.
2. Формирование понимания взаимосвязи физических и биологических процессов в живых системах
3. Ознакомление с основными физическими методами исследования биологических объектов.
4. Развитие профильной подготовки школьников для поступления на естественно-научные факультеты университетов, прежде всего, в отдаленных и сельских школах за счет предоставления образовательных услуг по современным направлениям науки, дополнительным к традиционным учебным программам.

5. Создание потенциала содержания дистанционной образовательной среды в области биофизики, биотехнологии и других современных научных направлений.

## 2. Содержание учебного предмета «Биофизика»

Элементы биофизики при изучении механики.

Движение и силы. Масса тел. Плотность. Сила тяжести. Вес тела. Сила трения и сопротивления. Трение в живых организмах. Давление жидкостей и газов. Архимедова сила. Законы Ньютона. Простые механизмы в живой природе. Деформации. Мощности, развиваемые человеком.

Элементы биофизики при изучении колебаний и звука.

Колебания в живой природе. Голосовой аппарат человека. Голоса в живом мире. Биоакустика рыб. Как животные определяют направление звука. Слуховой аппарат человека. Метод простукивания-перкуссия. Выслушивание - аускультация. Регистрация звуков сердца и лёгких. Эхо в мире живой природы. Ультразвук, его роль в биологии и медицине. Аппарат- предсказатель шторма.

Элементы биофизики при изучении теплоты и молекулярных явлений.

Первоначальные сведения о строении вещества. Процессы диффузии в живой природе. Капиллярные явления. Смачиваемость. Теплоизоляция в жизни животного мира. Пчелиный улей с точки зрения теплотехники. Почему мы краснеем в жару, а в холод бледнеем и дрожим? Роль процессов испарения для животных организмов. Испарение в жизни растений. Закон сохранения и превращения энергии.

Элементы биофизики при изучении электричества.

Электрические свойства тканей организма. Поражение деревьев молнией. Биопотенциалы и их регистрация. Биоточный манипулятор. Применение статического электричества. Применение постоянного тока с лечебной целью. Применение высокочастотных колебаний с лечебной целью. Микроволновая терапия. Радиотелеметрия. Новый источник электроэнергии. Электрические рыбы.

Элементы биофизики при изучении оптики и строения атома.

Глаза различных представителей животного мира. Глаз человека. Светочувствительность глаза. Как пчёлы различают цвета. Холодное свечение в природе. Интерференция в живой природе. Ультрафиолетовые и рентгеновские лучи. Применение спектрального и рентгеноструктурного анализа к изучению строения гемоглобина. Оптические приборы в медицине. Радиоактивные изотопы в биологии и медицине. Биологическое действие ионизирующих излучений.

## 3. Тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы «Биофизика»

№ п/п	Тема	Кол-во часов
1.	Введение	3
2.	Некоторые вопросы биомеханики	14

3.	Термодинамика.	3
4.	Элементы биофизики при изучении электричества	17
5.	Элементы биофизики при изучении оптики и строения атома	13
6.	Элементы квантовой биофизики.	8
7.	Радиоактивность.	8
8.	<i>Защита реферативных работ.</i>	4
Итого:		70

Календарно-тематическое планирование 10 класс

Урок п/п	Дата	Тема	Кол. часов
1	01.09-04.09	Введение	1
2	06.09-11.09	Некоторые вопросы биомеханики. Эргометрия.	1
3	13.09-18.09	Некоторые особенности поведения человека при перегрузках в невесомости.	1
4-5	20.09-25.09 27.09-02.10	Вестибулярный аппарат как инерциальная система ориентации. Л/Р №1 <b>Определение максимальной скорости движения пальца руки. (Инструктаж по технике безопасности 1,3)</b>	2
6	04.10-09.10	Акустика. Природа звука и его физические характеристики	1
7	11.10-16.10	Характеристика слухового ощущения.	1
8	18.10-23.10	Физические основы звуковых методов исследования в клинике.	1
9	08.11-13.11	Волновое сопротивление. Отражение звуковых волн.	1
10-11	15.11-20.11 22.11-27.11	Физика слуха. Л/Р №7 <b>Измерение времени реакции человека на звуковые и световые сигналы. (Инструктаж по технике безопасности 1,3)</b>	2

12	29.11-04.12.	Ультразвук и его применение в медицине.	1
13	06.12-11.12	Инфразвук. Вибрации. Акустика в бионике.	1
14-15	13.12-18.12 20.12-25.12	Течение и свойства жидкостей. Летяющие животные и растения. Летательные аппараты. <b>Л/Р№4 Измерение давления: атмосферного и кровяного (Инструктаж по технике безопасности 1,3)</b>	2
16-17	27.12-29.12 10.01-15.01	Механические свойства твёрдых тел и биологических тканей. <b>Л/Р№2 Определение плотности биологических объектов: дерева; костей и т.п. (Инструктаж по технике безопасности 1,3)</b>	2
18-19	17.01-22.01 24.01-29.01	<b>Л/Р№3 Регистрация звуков сердца и лёгких. (Инструктаж по технике безопасности 1,3)</b>	1
20	31.01-05.02	Некоторые вопросы гемодинамики.	1
21	07.02-12.02	Термодинамика. Термометрия и калориметрия.	1
22-23	14.02-19.02 21.02-26.02	Физические свойства нагретых и холодных сред, используемых для лечения. Использование низких температур в медицине. Влияние изменения температуры на животных.	2
24	28.02-05.03	Электродинамика. Электрическое поле. Физические основы электрокардиографии. Эл. поле у животных.	1
25	07.03-12.03	<i>Решение задач</i>	1
26	14.03-19.03	Физические процессы в тканях при воздействии током и э/м полями. Первичное действие постоянного тока на ткани организма. Гальванизация. Электрофорез лекарственных веществ.	1
27	18.03-02.04	Воздействие переменными (импульсными) токами.	1
28	04.04-09.04	<i>Защита реферативных работ.</i>	1
29	11.04-16.04	Воздействие переменным магнитным полем.	1
30	18.04-23.04	Воздействие переменным электрическим полем.	1
31	25.04-30.04	Воздействие электромагнитными волнами.	1
32	02.05-07.05	Электричество и магнетизм в бионике.	1
33-34	09.05-14.05 16.05-21.05	<i>Защита реферативных работ.</i>	2
35	23.05-28.05	Итоговое занятие.	1

Урок п/п		Тема	Кол. часов
1	01.09-04.09	Введение.	1
2	06.09-11.09	Медицинская электроника. Общая и медицинская электроника. Основные группы медицинских электронных приборов и аппаратов.	1
3	13.09-18.09	Система получения медико-биологической информации.	1
4-5	20.09-25.09 27.09-02.10	Оптика. <b>Л/Р№5 Определение горизонтального и вертикального полей зрения глаз. (Инструктаж по технике безопасности 1,3)</b>	1
6	04.10-09.10	Понятие о голографии и её возможном применении в медицине.	1
7	11.10-16.10	Поляризация света. Исследование биологических тканей в поляризованном свете.	1
8	18.10-23.10	Геометрическая оптика. Оптическая система глаза и некоторые её особенности.	1
9	08.11-13.11	Недостатки оптической системы глаза и их компенсация.	1
10	15.11-20.11	Лупа.	1
11	22.11-27.11	Оптическая система и устройство микроскопа.	1
12	29.11-04.12.	Волоконная оптика и её использование в оптических устройствах.	1
13	06.12-11.12	Оптически системы глаз у животных.	1
14	13.12-18.12	<b>Л/Р№6 Определение разрешающей способности глаза. (Инструктаж по технике безопасности 1,3) (Инструктаж по технике безопасности 1,3)</b>	1
15	20.12-25.12	Тепловое излучение. Излучение Солнца. Источники теплового излучения, применяемые для лечебных целей.	1
16	27.12-29.12 10.01-15.01	Теплоотдача организма. Понятие о термографии.	1
17	10.01-15.01	ИК и УФ излучения и применение их в медицине.	1
18	17.01-22.01	Организм как источник физических полей. ИК и УФ излучения в мире животных.	1
19	24.01-29.01	Элементы квантовой биофизики. Электронный микроскоп. Понятие об электронной оптике.	1
20	31.01-05.02	Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Фото- и хемилюминесценция в растительном и животном мире.	1
21	07.02-12.02	Лазеры и их применение в медицине.	1
22	14.02-19.02	Фотобиологические процессы. Понятие о фотобиологии и фото медицине.	1

23	21.02-26.02	Решение задач	1
24	28.02-05.03	Ядерный магнитный резонанс. Магнито-резонансная томография.	1
25	07.03-12.03	Ионизирующее излучение. Основы дозиметрии. Рентгеновское излучение. Рентгеновская трубка.	1
26	14.03-19.03	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Применение рентгеновского излучения в медицине.	1
27	18.03-02.04	Радиоактивность. Действие ионизирующего излучения на организмы. Детекторы ионизирующего излучения.	1
28	04.04-09.04	Решение задач.	1
29	11.04-16.04	Использование радионуклидов и нейтронов в медицине. Использование ускорителей заряженных частиц в медицине.	1
30	18.04-23.04	Элементы дозиметрии ионизирующих излучений. Количественная оценка биологического действия.	1
31	25.04-30.04	Дозиметрические приборы. Защита от ионизирующего излучения.	1
32	02.05-07.05	Защита реферативных работ.	1
33	09.05-14.05	Защита реферативных работ.	1
34-35	16.05-21.05 16.05-21.05 23.05-28.05	Итоговое занятие.	1-2

### Оценка уровней учебных достижений учащихся

№	Уровни учебных достижений учащихся	Уровни усвоения учебного материала	Баллы
1	Низкий (рецептивный)	Узнавание	1–2
2	Удовлетворительный (рецептивно-репродуктивный)	Неосознанное воспроизведение	3–4



3	Средний (репродуктивно-продуктивный)	Воспроизведение на уровне понимания	5–6
4	Достаточный (продуктивный)	Применение знаний в знакомой ситуации	7–8
5	Высокий (продуктивный, творческий)	Применение знаний в незнакомой ситуации	9–10

#### Литература для обучающихся:

1. Биофизика /Под ред. Л.Г. Костюшко. - Киев: Высш. шк., 1988.-504 с.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. Учеб. пособ. - М. Наука. 1988. -392 с.
3. Старченко С.А. Биофизика-Ю. Учеб.пособ. -Троицк - ТВИ, 1994.-122с.
4. Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики. -М. Просвещение, 1988.-271 с.
5. Эссаулова И.Л. и др. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Учеб. иособ./Под ред. А.Н.Ремезовой М.: Высш. школа, 1987.-271 с.
6. Тулькибаева Н.Н., Зубов А.Ф. Задачи межпредметного содержания и методы их решения: Учеб. пособ.- Челябинск, 1993.-94 с.
7. Беркинблит М.Б. Глаголева Е.Г. Электричество в живых организмах. - МЛ: Наука, 1988.-288 с.

#### Литература для учителя:

1. Лекции по биофизике. /Ред. Макаров О.П.-Л.: ЛГУ, 1968.-477 с.
2. Методические указания по изучению курса « Физика с основами биофизики» /Сост. Белановский А.С. М:МВА,1985-14 с.
3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов над учебным материалом по курсу «Физика с основами биофизики» /Сост. Старченко С.А. и др. - Троицк, 1988-94 с.
4. Акоев И.Г. Биофизика познает рак.-М.:Наука,1987-160 с.
5. Радиация молекулы и клетки. /Под ред. Жеребина. В.И -М.Знание, 1984.-160 с.
6. Манойлов В.Е. Электричество и человек. - Л: Энергоиздат, 1988-224 с.
7. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений. - М: Просвещение, 1989-210 с.
8. Янцен В.Н. Межпредметные связи в задачах по физике. -Куйбышев 1987.-120 с.

#### Интернет ресурсы:

Взгляд на живое глазами физиков. - <http://www.biophys.ru/>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Биофизика. - [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rubr=2.2.74.2.3](http://window.edu.ru/window/library?p_rubr=2.2.74.2.3)

Естественно-научный образовательный портал. Лекции по биофизике. - <http://www.en.edu.ru/publications/internet/2227?catalogueId=1201>

Медицинский видеопортал. Биофизика. - [http://www.med-edu.ru/basic-science/biophysics\\_fund/](http://www.med-edu.ru/basic-science/biophysics_fund/)

Образовательный видеопортал. Биофизика. - [http://univertv.ru/video/biology/obwaya\\_biologiya/biofizika/?mark=science1](http://univertv.ru/video/biology/obwaya_biologiya/biofizika/?mark=science1)

Справочник "Биофизики России". - <http://www.library.biophys.msu.ru/?Internet=on>

## ПРИЛОЖЕНИЕ

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. Определение горизонтального и вертикального полей зрения глаз.** ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ: миллиметровая бумага, линейка, рейка, таблицы Брадиса или калькулятор. ТЕОРИЯ. Поле зрения глаза – это угол максимального видения  $\gamma$ . Поле зрения у человека по вертикали и горизонтали отличается. Каждый глаз видит в горизонтальном направлении примерно в пределах 120 – 130градусов, оба угла почти перекрываются. Поле зрения неподвижного глаза около 60° по горизонтали и около 130° по вертикали. Для определения поля зрения на линейке длиной  $a = 50\text{см}$  нанесите три метки – одну в центре и две в крайних точках. Приближая линейку к глазу, измерьте минимальное расстояние  $b$ , когда глаз видит обе крайние метки. Рассчитайте по формуле:  $\text{tg}\alpha = a/2b$ ;  $\gamma = 2\alpha$  ХОД РАБОТЫ 1. Установите перед правым глазом линейку в горизонтальном положении и, приближая её, наблюдайте центральную и крайние метки. Определите минимальное расстояние  $b$ , на котором ещё видны обе метки. Повторите опыт 2-3 раза и рассчитайте среднее значение. 2. Повторите опыт для левого глаза. 3. Рассчитайте поле зрения каждого глаза. 4. Результаты занесите в таблицу. Сделайте вывод о горизонтальном поле зрения.

глаз	a, см	b, см	$\alpha$	$\gamma$
левый				
правый				

5-8. Аналогично п. 1-4, но линейку устанавливайте в вертикальном положении.

(Данные всех групп записываются на доске, делают выводы.)

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

**Определение разрешающей способности глаза.**

ОБОРУДОВАНИЕ: игла, миллиметровая бумага, белая бумага, рулетка, штангенциркуль.

ТЕОРИЯ. Разрешающая способность глаза как оптической системы зависит от диаметра зрачка. Если перед глазом расположен непрозрачный экран с отверстием, диаметр которого меньше диаметра зрачка, то разрешающая способность глаза уменьшается вследствие дифракции света на отверстии.

Для проведения исследования необходимо подготовить объект наблюдения – непрозрачный экран в виде полосы миллиметровой бумаги, в которой следует проколоть иглой ряд отверстий диаметром 0,3; 0,5; 1; 1,5; 2 мм, и лист бумаги с двумя чёрными точками, расположенными на расстоянии 1 мм одна от другой. Выполнять работу удобнее вдвоём. Один наблюдает через отверстие в экране чёрные точки, а второй измеряет максимальное расстояние от глаза наблюдателя до этого листа, при котором через данное отверстие две точки ещё видны раздельно.

#### ХОД РАБОТЫ.

1. Установите перед правым глазом экран из миллиметровой бумаги и наблюдайте через отверстие диаметром 0,3 мм в экране 2 точки на листе бумаги, находящиеся на расстоянии  $l = 1$  мм. Определите максимальное расстояние  $R$ , на котором две точки ещё не сливаются в одну, а видны раздельно.
2. Такие же наблюдения выполните с отверстиями диаметром 0,5; 1; 1,5; 2 мм.
3. Вычислите минимальное угловое расстояние между точками (разрешающую способность) при наблюдении через отверстия диаметром 0,3; 0,5; 1; 1,5; 2 мм по формуле  $\varphi = l / R$  (рад).

$$\varphi = l / 2\pi R * 360 = l / 2\pi R * 360 * 60' = 3438 * l / R \text{ угл. мин.}$$

4. Результаты занесите в таблицу. Сделайте вывод о разрешающей способности глаза.

Диаметр отверстия, мм	Расстояние между точками $l$ , мм	Расстояние $R$ до точек, мм	Разрешающая способность $\varphi$ , угл. мин.
0,3			
0,5			
1			
1,5			
2			

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

##### Определение максимальной скорости движения пальца руки.

Используя ластик и линейку, определите максимальную скорость движения пальца своей руки.

УКАЗАНИЯ. Для определения максимальной скорости движения пальца руки измерьте максимальную скорость, которую палец может сообщить телу небольшой массы, например ластик. Для этого, положив ластик на край стола, щёлкните по нему пальцем и заметьте точку падения ластика на пол. Измерив, максимальное расстояние  $s$  от стола до места падения ластика, полученное в результате нескольких опытов, определите дальность полёта в горизонтальном направлении (рис. 1).

Скорость  $v$  ластика вычислите по формуле:

$$v = s/t,$$

Предварительно определив время  $t$  падения ластика. Его можно найти, измерив высоту стола  $H$  и используя формулу: \_\_\_\_\_

$$H = gt^2/2, \text{ откуда } t = \sqrt{2H/g}.$$

Для скорости окончательно получим:

$v =$
-------

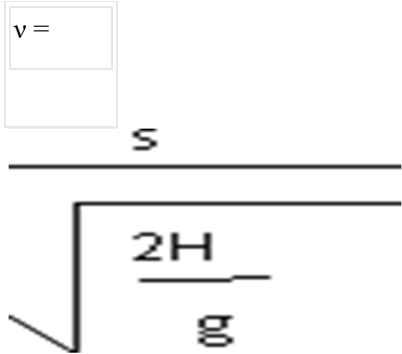
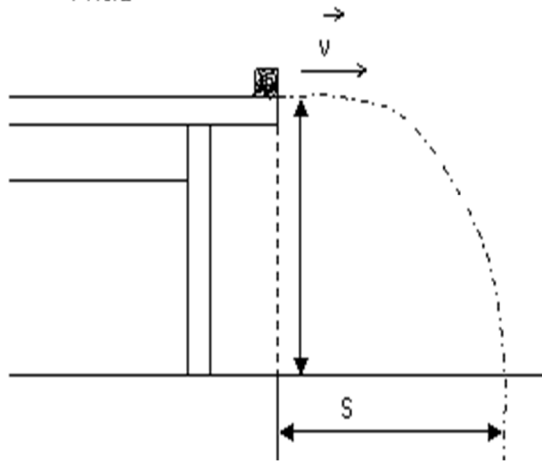
$$\sqrt{\frac{2H}{g}}$$


Рис.1



Второй возможный вариант –  
определение максимальной  
высоты  $h$  полёта ластика в  
вертикальном направлении и  
вычисление его начальной  
скорости

$$v = \sqrt{2gh}$$

Максимальную высоту полёта ластика можно измерить, определив самый низкий уровень расположения руки, при котором вам в результате щелчка пальца удаётся добросить ластик до потолка.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. Измерение времени реакции человека на звуковые и световые сигналы.**

ОБОРУДОВАНИЕ: два секундомера.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. В эксперименте должны участвовать два экспериментатора: испытуемый и контролёр. Для проведения опытов используют два секундомера. Сначала экспериментатор – испытуемый, время реакции которого необходимо измерить, берёт секундомер № 1, а экспериментатор – контролёр берёт секундомер № 2. Оба экспериментатора готовятся к запуску секундомеров и располагаются рядом так, чтобы секундомер экспериментатора – контролёра был виден экспериментатору – испытуемому. Первым запускает свой секундомер (№ 2) контролёр, а испытуемый должен запустить свой секундомер (№ 1) в тот момент, как увидит движение стрелки секундомера № 2.

2. После запуска секундомеров таким способом испытуемый и контролёр обмениваются секундомерами и производят остановку секундомеров в том же порядке, в каком был осуществлён их запуск: контролёр останавливает секундомер № 1, а испытуемый секундомер № 2 в момент, когда заметит остановку стрелки секундомера № 1.

Так как из-за существования времени реакции испытуемый запустил секундомер № 1 с опозданием на время реакции  $\Delta t$ .

$\Delta t$  Однако после обмена секундомерами испытуемый опоздал с остановкой секундомера № 2 ещё интервал времени  $\Delta t$ , так что общая разница в показаниях секундомеров равна удвоенному времени реакции испытуемого:

$$t_2 - t_1 = 2 \Delta t$$

$t_2$



Отсюда время  $\Delta t$  реакции испытуемого на световой сигнал определится выражением:

$\Delta t =$

Где  $\Delta t$  – время реакции испытуемого,  $t_2$  и  $t_1$  – показания секундомеров. Измерения необходимо повторить трижды и определить среднее значение времени реакции.

- показания секундомеров. Измерения необходимо повторить трижды и

3. Для определения времени реакции на звуковые сигналы проводят аналогичные измерения, однако испытуемый при этом не должен видеть второй секундомер. Запуск секундомера № 1 и остановку секундомера № 2 он должен осуществлять по звуковому сигналу, которым может служить щелчок секундомера, запускаемого или останавливаемого экспериментатором – контролёром. **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.** 1. С какой целью в опыте после запуска секундомеров испытуемый и контролёр меняются секундомерами? 2. Как изменяются результаты и почему, если обмен секундомерами не производить?

**Лабораторная работа. Оценка плотности костной ткани методом гидростатического взвешивания.** **ОБОРУДОВАНИЕ:** кость, весы с разновесами, сосуд с водой, штатив с муфтой и лапкой. **Теоретическое введение.** Плотность является важной характеристикой биологических объектов. Например, плотность мочи зависит от концентрации растворённых в ней веществ: мочевины, мочевой кислоты, креатинина, гипуровой кислоты, минеральных веществ и т. д. Состав мочи испытывает некоторые изменения при различных заболеваниях, что отражается на величине плотности. При воспалительных процессах в почках, сердечной недостаточности, сахарном диабете, плотность мочи повышается, при хронической почечной недостаточности – понижается. При заболеваниях холерой в тяжёлых случаях плотность крови возрастает из-за больших потерь воды. Измерение плотности крови в этих случаях позволяет правильно корректировать лечение. Изменение плотности костей (например, при уменьшении содержания в них кальция) ведёт к изменению их механических свойств. При рахите, когда происходит обеднение костей минеральными солями, наблюдается размягчение костной ткани. Существуют различные методы определения плотности. Воспользуемся методом гидростатического взвешивания. Этот метод основан на определении веса тела в воздухе и в жидкости с известной плотностью. При этом используется закон Архимеда, который гласит, что всякое тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила  $F_a$ , направленная вертикально вверх и равная весу вытесненной телом жидкости или газа.

#### **Порядок выполнения работы.**

1. Определите вес кости в воздухе с помощью весов.
2. Поставьте под чашкой весов с костью сосуд с водой.
3. Опустите в воду кость не касаясь сосуда. Определите вес кости в воде.
4. Рассчитайте плотность кости.