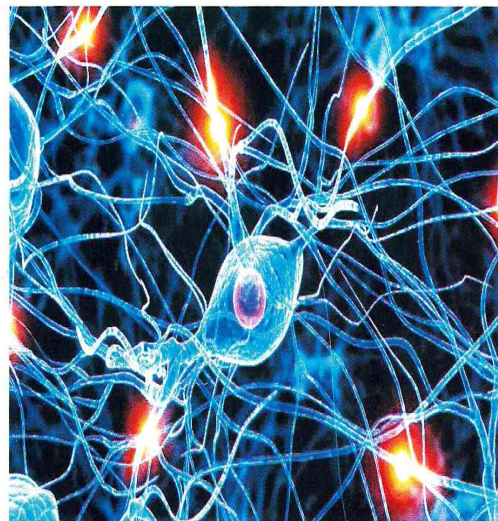


НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

БИОФИЗИКА

Методические указания
к самостоятельной работе



Новосибирск 2018

УДК 577.3 (07)

55К 28.071, я 7

Б 637

Кафедра теоретической и прикладной физики

Составители: ст. препод. *М. Г. Алешкевич*

канд. с-х. наук, доц. *Л. А. Митина*

ст. препод. *И. М. Дзю*

Рецензент канд. техн. наук *Е. П. Матус* (НГАСУ)

Биофизика: метод. указания/Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т;
сост.: М. Г. Алешкевич, Л. А. Митина, И. М. Дзю. – Новосибирск: ИЦ НГАУ
«Золотой колос», 2018. – 70 с.

Методические указания содержат рабочую программу и материалы для самостоятельного изучения дисциплины, вопросы для самопроверки, методику выполнения и задания (30 вариантов) для контрольной работы, вопросы для подготовки к зачету/экзамену.

Предназначены для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки 36.05.01 – Ветеринария, 36.03.01 – Ветеринарно-санитарная экспертиза.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол № 9 от 25 апреля 2017 г.).

ВВЕДЕНИЕ

Физика – одна из фундаментальных наук, которая изучает свойства различных форм существования материи, законы, связанные с любыми её изменениями и превращениями в пространстве и времени. Материя – объективная реальность, воздействующая на органы чувств, она фотографируется, отображается нашими ощущениями и существует независимо от них. Формы существования материального мира очень разнообразны.

Животные и растения представляют собой самоуправляющиеся биологические системы, в которых протекают разнообразные физические процессы – механические, тепловые, электрические, оптические, а также сложнейшие биохимические реакции. Поэтому на стыке биологии, физики и химии возникла новая наука – биофизика, изучающая физические и физико-химические процессы в биологических системах на всех уровнях их организации, а также влияние различных физических факторов на живые организмы. Биофизика тесно связана с основами физиологии, фармакологией, микробиологией и т.д. В зооветеринарной практике широко используются электронные и оптические методы анализа. В терапии, диагностике и в хирургии применяются современная электрическая и оптическая аппаратура, рентгеноскопия, ультразвук и т.д. Использование современных физических методов в клинической ветеринарии и зоотехнии позволяет совершенствовать диагностику, профилактику и лечение животных и птицы и тем самым способствовать повышению их продуктивности.

Биофизика является базовой дисциплиной по отношению ко многим специальным дисциплинам, таким как физиология, микробиология и др.

Целью настоящего методического пособия является оказание помощи студентам в изучении основных положений современной физики, в физической интерпретации ряда биоло-

гических явлений, а также описании некоторых физических методов и приборов, широко используемых на практике и в научных исследованиях.

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать:** физические основы жизнедеятельности организма; закономерности осуществления физиологических процессов и функций; механизм биологического действия ионизирующего излучения;

– **уметь:** грамотно объяснять процессы, происходящие в организме с биологической точки зрения; использовать радиоактивные изотопы и ионизирующую радиацию в ветеринарии; пользоваться научной и справочной литературой по физике и биофизике;

– **владеть:** знаниями об основных физических законах, навыками работы с оборудованием, применяемым в ветеринарных и научных лабораториях.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

При самостоятельном изучении биофизики по учебникам и учебным пособиям необходимо: 1) понять суть законов и формул; 2) выработать чёткое представление обо всех единицах измерения величин, входящих в формулы; 3) знать, как выбраны единицы измерения величин и их размерность. Все измерения физических величин производятся в международной системе единиц. Изученный материал нужно законспектировать.

Для закрепления материала необходимо ответить на вопросы и решить задачи с подробным объяснением.

1.1. Рабочая программа курса «Биофизика»

Биофизика как наука, её предмет и методы исследования. Значение биофизики для современной биологии и ветеринарии.

1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

Кинематика и динамика материальной точки. Траектория, перемещение, путь. Скорость и ускорение. Законы Ньютона. Невесомость и перегрузки, их влияние на организм животных.

Вращательное движение твердого тела. Понятие об абсолютно твердом теле. Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростями и ускорениями точек вращающегося тела. Центрифуги и их применение в ветеринарно-биологических исследованиях и в сельском хозяйстве.

Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Момент силы. Момент инерции тела относительно неподвижной оси вращения. Момент инерции некоторых тел правильной геометрической формы.

Законы сохранения. Понятие об изолированной системе в механике. Закон сохранения импульса. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

Работа переменной силы. Кинетическая и потенциальная энергия. Кинетическая энергия вращающегося тела. Закон сохранения и превращения энергии в механике.

Физические основы акустики. Природа звука. Физические характеристики звука: звуковое давление, акустическое сопротивление, интенсивность, акустический спектр (тон, обертоны), громкость, тембр и шум. Коэффициент отражения. Формула Рэлея. Источники и приемники звука. Эффект Доплера. Акустические методы исследования в ветеринарии.

Ультразвук. Действие ультразвука на биологические объекты. Инфразвук.

Гидродинамика. Течение идеальной несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли и следствия из него (ингалятор, водоструйный насос). Течение вязкой жидкости. Закон Стокса, вязкость крови и плазмы. Ламинарное и турбулентное течения. Измерение артериального давления.

Свойства упругих тел. Кристаллические и аморфные тела. Жидкие кристаллы. Деформации твердых тел. Закон Гука. Упругие свойства костей, коллагена и некоторых других тканей животных организмов.

II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ. Газовые законы. Уравнение состояния идеального газа. Температурные шкалы.

Явления переноса в газах: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Законы Фика, Фурье и Ньютона. Виды теплообмена в живых организмах. Физическая терморегуляция организма. Тепловые методы лечения в ветеринарии.

Реальные газы. Критическое состояние вещества. Сжижение газов. Применение сжиженных газов в ветеринарии.

Молекулярные явления в жидкостях. Характеристика жидкого состояния вещества. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Смачивание. Краевой угол. Формула Лапласа. Высота поднятия жидкости в капиллярах (формула Жюренена). Диффузия. Осмос. Закон Вант-Гоффа.

Физические основы термодинамики. Термодинамические параметры. Работа и теплота газа. Внутренняя энергия. Теплоемкость газа. Первое начало термодинамики. Работа газа при изотермическом и изобарическом процессах. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Принцип действия тепловой машины. Цикл Карно. Понятие энтропии.

Термодинамика биологических систем, открытые и закрытые термодинамические системы. Живой организм как открытая термодинамическая система. Энергетический баланс живого организма. Формула Пригожина.

III. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Электростатика. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Работа перемещения заряда в электростатическом поле. Потенциал. Напряженность поля как градиент потенциала.

Проводники в электростатическом поле. Электростатическая защита. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость. Диэлектрические свойства тканей организма.

Емкость проводника. Конденсаторы. Емкость клеток и тканей.

Законы постоянного тока. Электрический ток в металлах. Закон Ома. Электродвижущая сила источника. Работа и мощность постоянного тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца.

Электромагнетизм. Магнитные явления. Магнитное поле. Напряжённость. Магнитные свойства вещества.

Электромагнитная индукция. Основной закон электромагнитной индукции, индуктивность.

Переменный ток. Получение переменного тока. Действующие значения переменного тока и напряжения. Цепи переменного тока с активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлениями. Полное сопротивление цепи переменного тока при последовательном соединении элементов цепи. Обобщённый закон Ома. Мощность в цепи переменного тока.

Электрические явления в биологических системах. Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея. Электролитическая поляризация. Порог раздражения в тканях. Закон Вейсса. Прохождение постоянного тока через живые ткани. Гальванизация и электрофорез лекарственных веществ.

Понятие о клеточных мембранах. Транспорт веществ через биомембраны: пассивный (диффузия, электродиффузия, осмос, электроосмос) и активный. Уравнение Нернста. Ионные градиенты и возникновение биоэлектрических потенциалов. Уравнение Доннана. Биопотенциалы покоя и биопотенциалы действия. Измерение биопотенциалов.

Прохождение переменного тока через живые ткани. Эквивалентные схемы биологических объектов. Полное сопротивление живых клеток и тканей переменному току. Дисперсия полного сопротивления биологических тканей и ее значение для определения жизнеспособности тканей.

Применение электромагнитных полей в ветеринарии (диатермия, дарсонвализация, УВЧ-терапия, СВЧ-терапия).

IV. ОПТИКА

Геометрическая оптика. Отражение и преломление света. Полное отражение света на границе двух сред и использование этого явления в оптических приборах. Световоды и при-

менение волоконной оптики. Эндоскопия. Рефрактометры и их применения в ветеринарной практике.

Тонкие линзы. Формула линзы. Микроскоп. Оптическая схема микроскопа. Увеличение и разрешающая способность микроскопа.

Основы фотометрии. Световой поток, сила света, освещённость, светимость, яркость. Фотометрия в животноводстве и ветеринарии.

Дисперсия света, спектры и их типы. Спектрометры и спектрографы. Спектральный анализ. Поглощение света. Спектры поглощения. Закон Бугера.

Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, их свойства и методы их наблюдения. Бактерицидные и эритемные лампы. Применение ультрафиолетового и инфракрасного излучения в ветеринарии.

Волновая оптика. Принцип Гюйгенса. Интерференция волн. Способы наблюдения интерференции света (опыт Юнга, кольца Ньютона, интерференция в тонких пленках).

Дифракция света. Дифракционная решетка. Рентгеноструктурный анализ.

Поляризация света. Поляризованный и естественный свет. Поляризация при отражении и преломлении света. Законы Малюса и Брюстера. Вращение плоскости поляризации. Оптическая активность веществ. Поляриметры и сахариметры. Поляризационный микроскоп и его применение.

Квантово-оптические явления. Тепловое излучение. Лучеиспускательная и лучепоглощательная способности тел. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Квантовый характер излучения. Тепловое излучение тела животного. Понятие о термографии.

Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Фотоны. Физические явления, сопровождаю-

щие поглощение света веществом. Фотохимические и фото-биологические реакции.

V. СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

Строение атома. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Объяснение спектральных закономерностей. Спин электрона. Квантовые числа. Принцип Паули.

Рентгеновское излучение. Получение, свойства. Рентгенодиагностика и рентгенотерапия. Биологическое действие рентгеновского излучения.

Люминесценция. Виды люминесценции. Правило Стокса. Люминесцентный анализ в ветсанэкспертизе.

Оптические квантовые генераторы (лазеры). Лазерное излучение в биологии и ветеринарии.

Строение атомного ядра. Основные сведения о строении атомного ядра: масса ядра, массовое число, заряд, спин, магнитный момент. Протон, нейтрон. Изотопы. Ядерные силы. Дефект массы

Радиоактивный распад атомных ядер. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Действие ионизирующих излучений на живой организм. Метод «меченых» атомов в сельском хозяйстве.

1.2. Рекомендуемая литература

1. Иванов И.В. Основы физики и биофизики: учеб. – Изд. 2-е. – СПб.: Лань, 2012. – 208 с.

2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учеб. изд. – М.: Высш. шк., 1987. – 638 с.

3. Грабовский Р.И. Курс физики: учеб. пособие. – 10-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2012. – 608 с.

4. Иванов И.В. Сборник задач по курсу «Основы физики и биофизики»: учеб.-метод. пособие. – 2-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2012. – 128 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ

I. ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Наименование величины или физический закон	Формула
Связь между линейными (v и α) и угловыми (ω и ε) величинами при вращательном движении	$v = \omega \cdot R; \alpha_t = \varepsilon \cdot R$
Угловая скорость при равнопеременном вращении	$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$
Угол поворота при равнопеременном вращении	$\phi = \phi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}$
Связь между угловой скоростью ω , частотой вращения ν и периодом вращения T при равнопеременном вращении	$\omega = 2\pi \cdot \nu = \frac{2\pi}{T}$
Связь между углом поворота и числом оборотов N	$\phi = 2\pi \cdot N$
Основное уравнение динамики вращательного движения (связь между угловым ускорением, моментом силы M и моментом инерции J вращающегося тела)	$\varepsilon = \frac{M}{J}$
Моменты инерции некоторых тел	
а) материальной точки массой m на расстоянии r от оси вращения	$J = m \cdot r^2$
б) полого цилиндра радиусом R	$J = m \cdot R^2$
в) сплошного цилиндра или диска радиусом R	$J = \frac{m \cdot R^2}{2}$
г) однородного тонкого стержня длиной a относительно оси, проходящей через его конец	$J = \frac{m \cdot a^2}{3}$
Момент импульса L	$L = J \cdot \omega$
Закон сохранения момента импульса	$J_1 \omega_1 = J_2 \omega_2$
Кинетическая энергия вращающегося тела	$E_k = \frac{J \cdot \omega^2}{2}$

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение угловой скорости, углового ускорения. Напишите соответствующие формулы. В каких единицах измеряются эти величины?
2. Выведите формулу для вычисления угловой скорости при равнопеременном вращении.
3. Выведите формулу для вычисления угла поворота при равнопеременном вращении.
4. Дайте определение момента силы. В каких единицах измеряется момент силы?
5. Выведите основной закон динамики вращательного движения твердого тела.
6. Дайте определение момента инерции. В каких единицах измеряется эта величина? Каков ее физический смысл?
7. Дайте определение момента импульса.
8. Выведите формулу кинетической энергии вращающегося тела.

II. АКУСТИКА

Наименование величины или физический закон	Формула
Длина волны $-\lambda$, скорость звука $-u$, частота звука $-\nu$	$\lambda = \frac{u}{\nu}$
Интенсивность звука $-J$, акустическое давление $-P_a$, плотность вещества $-\rho$	$J = \frac{P_a^2}{2\rho \cdot u}$
Уровень интенсивности звука в децибелах (дБ), J_0 – интенсивность звука на пороге слышимости	$L = 10 \lg \left(\frac{J}{J_0} \right)$
Коэффициент отражения звука r на границе раздела двух сред (формула Релея)	$r = \left(\frac{\rho_1 \cdot u_1 - \rho_2 \cdot u_2}{\rho_1 \cdot u_1 + \rho_2 \cdot u_2} \right)^2$
Доплеровская частота при отражении звука от объекта, движущегося со скоростью v , скорость звука $-u$	$\nu_a = 2\nu_0 \frac{v}{u} \cos \phi$

Изменение акустического давления при переходе в другую среду – K . Акустическое давление в первой среде P_{a1} а во второй среде P_{a2}	$K = \frac{P_{a2}}{P_{a1}} = \sqrt{\frac{J_2 \cdot c_2 \cdot \rho_2}{J_1 \cdot c_1 \cdot \rho_1}}$
Интенсивность звука J , J_0 – начальная интенсивность, δ – коэффициент затухания, ℓ – толщина ткани	$J = J_0 \cdot e^{-\delta \ell}$

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы источники звуковых колебаний? Приведите примеры.
2. От чего зависит скорость звука в различных средах?
3. Дайте определение интенсивности звука, акустического давления и удельного акустического сопротивления вещества. В каких единицах измеряют эти величины?
4. От чего зависит коэффициент отражения звука на границе раздела между двумя средами? Что надо сделать, чтобы добиться максимального проникновения звука из одной среды в другую?
5. Объясните сущность эффекта Доплера. Что называют доплеровской частотой и чему она равна?
6. На сколько децибел возрастет уровень интенсивности звука, если его интенсивность возрастет в 100 раз? в 1000 раз?
7. Что называют акустическим шумом? К каким физиологическим нарушениям приводит действие шума на животных?
8. Каков механизм взаимодействия ультразвука с веществом? Что представляет собой явление кавитации?
9. Расскажите о применении ультразвука в ветеринарной терапевтической и хирургической практике.

III. ГИДРОДИНАМИКА

Наименование величины или физических законов	Формула
Объёмный расход жидкости в потоке: S – площадь сечения потока, v – скорость жидкости	$Q = Sv$
Уравнение неразрывности потока	$v_1 S_1 = v_2 S_2$
Уравнение Бернулли (ρ – плотность жидкости)	$p_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} + \rho \cdot gh_1 = p_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2} + \rho \cdot gh_2$
Закон Стокса	$F_e = 6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$
Работа перемещения объёма жидкости V со скоростью v под действием разности давлений Δp	$A = \Delta p \cdot V + \frac{\rho \cdot v^2 \cdot V}{2}$
Объёмный расход вязкой жидкости в трубе длиной L и радиусом R	$Q = \frac{\pi \cdot R^4}{8\eta} \cdot \frac{\Delta p}{L}$
Число Рейнольдса	$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\eta}$

Вопросы для самоконтроля

1. Какую жидкость называют идеальной? Приведите примеры. Можно ли считать кровь идеальной жидкостью?
2. Что называют объёмным расходом жидкости? В каких единицах он измеряется?
3. Выведите уравнение неразрывности потока жидкости.
4. Запишите уравнение Бернулли. Каков физический смысл этого уравнения? Каждого члена этого уравнения?
5. Объясните принцип действия приборов, применяемых в ветеринарии и основанных на законе Бернулли.
6. Сформулируйте закон Ньютона для вязкой жидкости. Дайте определение динамического коэффициента вязкости.
7. Сформулируйте закон Стокса. Как определяют коэффициент вязкости на основе закона Стокса?

8. От чего зависит скорость оседания эритроцитов? Каким методом ее определяют?

9. Объясните, почему скорость жидкости в капиллярах меньше, чем в артериях.

10. Выведите формулу для вычисления работы сердца на основе уравнения Бернулли. Почему этот расчёт носит приближённый характер?

IV. СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ТЕЛ

Наименование величины или физического закона	Формула
Относительная деформация тела ε длиной L (ΔL абсолютная деформация)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$
Упругое напряжение p (F – деформирующая сила)	$p = \frac{F}{S}$
Закон Гука (E – модуль упругости)	$\varepsilon = \frac{1}{E} \cdot p; \frac{\Delta L}{L} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S}$
Объёмная плотность энергии w при упругой деформации	$w = \frac{\varepsilon^2 E}{2}$
Коэффициент поверхностного натяжения σ (F – сила поверхностного натяжения)	$\sigma = \frac{F_n}{L}$
Высота h поднятия жидкости в капилляре (формула Жювена), θ – угол смачивания, ρ – плотность жидкости	$h = \frac{2\sigma}{gr\rho} \cos \theta$
Давление внутри сферического пузырька в жидкости (формула Лапласа)	$p_a = \frac{2\sigma}{r}$

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы основные отличия твердых тел от жидких и газообразных?
2. Свойства полимеров. Приведите примеры использования полимеров в ветеринарии.

3. Какие биологические ткани относятся к типу полимеров?

4. Перечислите виды деформаций. Приведите примеры деформаций в живом организме.

5. В чем различие между упругими и пластическими деформациями?

6. Сформулируйте закон Гука. При каких условиях выполняется этот закон?

7. Что называется напряжением? Каков физический смысл этой величины? В каких единицах она измеряется?

8. Дайте определение модуля Юнга. В каких единицах он измеряется?

9. Выведите формулу объёмной плотности энергии упруго деформированного тела.

10. Объясните причины возникновения поверхностного натяжения в жидкостях.

11. Дайте определение коэффициента поверхностного натяжения (КПН). В каких единицах он измеряется?

12. Каковы причины смачивания и несмачивания жидкостями поверхностей твердых тел?

13. Что называют краевым углом? Каковы величины краевых углов при смачивании и несмачивании?

14. Объясните поведение смачивающей и несмачивающей жидкости в капиллярах.

15. Какую роль играют капиллярные явления в сельском хозяйстве и в биофизике живого организма?

V. ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА

Наименование величины или физический закон	Формула
Уравнение диффузии (закон Фика)	$\Delta m = DS \frac{\Delta \rho}{\Delta x} \Delta t$
Уравнение теплопроводности (закон Фурье)	$\Delta Q = \Delta S \frac{\Delta T}{\Delta x} \Delta t$

Закон Вант Гоффа – для осмоса (π – осмотическое давление, i – изотонический коэффициент, R – универсальная газовая постоянная), изотонический коэффициент $i = 1 + \alpha$ где α – степень диссоциации	$\pi V = i \frac{m}{\mu} RT$
Интенсивность потока вещества J_D или количества теплоты J_T при диффузии или теплопроводности	$J_D = \frac{\Delta m}{S \Delta t}; J_T = \frac{\Delta Q}{S \Delta t}$
Интенсивность осмотического потока	$J_{oc} = \frac{\Delta m}{S \Delta t}$
Зависимость осмотического потока от разности давлений по разные стороны от мембраны (A – постоянный коэффициент)	$J_{oc} = A(\pi_1 - \pi_2)$

Вопросы для самоконтроля

1. Какие явления относятся к явлениям переноса? Какие физические величины переносятся в этих явлениях?

2. Расскажите о явлении диффузии. Приведите примеры диффузии в живых организмах.

3. Каков физический смысл коэффициента диффузии? Какова его размерность?

4. Как происходит «облегчённая диффузия» в клеточных мембранах?

5. Какой физический смысл имеет коэффициент теплопроводности? Какова его размерность?

6. Какова теплопроводность различных тканей живого организма? Каково биологическое значение различия теплопроводностей у разных тканей?

7. Что представляет собой явление осмоса? Сформулируйте закон Вант Гоффа.

8. Какова роль осмоса в биологических явлениях?

9. Какие растворы называют изотоническими, гипертоническими, гипотоническими?

VI. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Наименование величины или физический закон	Формула
Уравнение Менделеева – Клапейрона	$PV = \frac{m}{\mu} RT$
Средняя кинетическая энергия движения молекул идеального газа $\langle w \rangle$; i – число степеней свободы молекулы; k – постоянная Больцмана	$\langle w \rangle = \frac{i}{2} k \cdot T$
Средняя квадратичная скорость молекулы газа	$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$
Внутренняя энергия газа	$U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} RT$
Молярная теплоёмкость при постоянном объёме C_v , постоянном давлении C_p	$C_v = \frac{i}{2} R; C_p = \frac{i+2}{2} R$
Количество теплоты, необходимой для нагревания тела с удельной теплоёмкостью c от температуры T_1 до температуры T_2	$Q = mc(T_2 - T_1)$
Теплота парообразования (r – удельная теплота парообразования)	$Q_u = mr$
Работа по переносу вещества при диффузии между поверхностями с концентрациями вещества $[C]_1$ и $[C]_2$	$A_d = \frac{m}{\mu} RT \cdot \ln \frac{[C]_1}{[C]_2}$
Осмотическая работа (π_1 и π_2 – осмотические давления)	$A_{oc} = \frac{m}{\mu} RT \cdot \ln \frac{\pi_1}{\pi_2}$
Изменение энтропии в изотермическом процессе	$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$

Вопросы для самоконтроля

1. Какие физические процессы изучают в разделе «Термодинамика»? В чём отличие термодинамического метода исследования тепловых процессов от метода исследования молекулярной физики?

2. Что называют термодинамическим процессом? Какие процессы, называют обратимыми и какие необратимыми?

3. Дайте определения работы, количества теплоты, внутренней энергии.

4. Сформулируйте первое начало термодинамики. Приведите иллюстрирующие его примеры.

5. Чему равна работа, совершаемая газом при изохорическом, изобарическом и изотермическом процессах?

6. В чём сущность второго начала термодинамики?

7. Дайте определение энтропии. В каких процессах энтропия остается постоянной и в каких она возрастает?

8. Какие превращения энергии происходят в живом организме?

9. Сформулируйте закон Гесса и приведите примеры его применения в биологии.

10. От чего зависит теплопродукция живого организма? Как изменяется удельная теплопродукция с изменением массы животных?

11. Каковы физические механизмы терморегуляции животного организма?

12. Что называют термодинамическим потоком? С какими термодинамическими потоками приходится встречаться в живом организме?

13. Какое состояние термодинамической системы называют стационарным?

14. Почему живые организмы называют открытыми термодинамическими системами? Из чего складывается полное изменение энтропии в биологических системах?

15. Запишите уравнение Пригожина и объясните его биологический смысл.

VII. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Наименование величины или физический закон	Формула
Связь между напряжением (U) и напряжённостью (E) однородного электрического поля (d – расстояние между двумя точками поля)	$E = \frac{U}{d}$
Емкость (C) конденсатора, имеющего на обкладках заряд q	$C = \frac{q}{U}$
Емкость плоского конденсатора: S – площадь пластины конденсатора, d – расстояние между пластинами, ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость	$C = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d}$
Емкость при параллельном соединении конденсаторов	$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$
Энергия (W) электрического поля внутри заряженного конденсатора	$W = \frac{CU^2}{2}$
Сила тока J	$J = \frac{\Delta q}{\Delta t}$
Плотность тока j	$j = \frac{J}{S}$
Закон Ома для участка цепи	$J = \frac{U}{R}$
Мощность тока N	$N = JU = J^2 R = \frac{U^2}{R}$
Закон Джоуля-Ленца	$Q = J^2 \cdot R t$
Закон Фарадея	$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} \cdot J t$
Плотность тока в электролите j	$j = q \cdot n \cdot (e^+ + e^-) \cdot E =$ $= \ell \cdot n \cdot Z (e^+ + e^-) \cdot E$

Вопросы для самоконтроля

1. Напишите закон Кулона. Дайте определение электрической постоянной. Выведите ее размерность.

2. Дайте определение напряженности электрического поля. В каких единицах она измеряется?

3. Сформулируйте и докажите теорему Гаусса-Остроградского.

4. Пользуясь теоремой Гаусса-Остроградского, получите выражение для напряженности поля одной равномерно заряженной бесконечной плоскости.

5. Получите выражение для напряженности поля между двумя заряженными плоскостями.

6. Какие явления происходят при внесении диэлектрика в электрическое поле? Дайте определение относительной диэлектрической проницаемости.

7. Перечислите известные вам виды поляризации диэлектриков. Каким примерно временем релаксации характеризуется каждый из перечисленных вами видов поляризации?

8. От чего зависит работа перемещения заряда в электрическом поле? Зависит ли работа от формы траектории, по которой перемещают заряд?

9. Каков физический смысл потенциала? Разности потенциалов? В каких единицах они измеряются?

10. Какая связь между напряженностью и разностью потенциалов?

11. Каков физический смысл емкости проводника? От чего она зависит?

12. Почему клетки живых тканей обладают емкостью? Какие причины могут влиять на емкость клетки?

13. Какие условия необходимы для существования электрического тока?

14. Дайте определения силы тока, плотности тока, сопротивления и удельного сопротивления. Каковы единицы измерения этих величин?

15. Сформулируйте законы Ома для участка цепи и для замкнутой цепи. Дайте определение электродвижущей силы источника тока.

16. Как вычисляется работа тока на участке цепи? Как вычисляется мощность тока?

17. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца. Как используют тепловые действия тока в терапевтических целях и в сельскохозяйственном производстве?

VIII. БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Наименование величины или физический закон	Формула
Закон Ома в электролитах при наличии ЭДС поляризации E_n	$J = \frac{U - E_n}{R}$
Закон Фарадея (закон электролиза) (m – масса выделенного вещества на электроде, z – валентность, A – атомная масса вещества)	$m = \frac{I}{F} \cdot \frac{A}{z} \cdot It$
Сила порогового тока (закон Вейсса)	$J_n = \frac{a}{t} + b$
Величина мембранного потенциала клетки E_m [C_1] и [C_2] – концентрации ионов по разные стороны клеточной мембраны	$E_m = \frac{BE}{zF} \cdot \ln \frac{[C_1]}{[C_2]}$
Уравнение Доннана	$\frac{[K^+]_H}{[K^+]_B} = \frac{[Cl^-]_H}{[Cl^-]_B}$
Затухание потенциала действия E_d в аксоне на расстоянии L от места возбуждения	$E = E_d e^{-\frac{L}{K}}$
Константа затухания потенциала действия K в аксоне диаметром d , ρ – удельное сопротивление аксоплазмы, R – поверхностное сопротивление мембраны аксона	$K = \sqrt{\frac{dR}{4\rho}}$

Вопросы для самоконтроля

1. Какова структура и функции клеточных мембран?
 2. Что называют электрохимическим градиентом клетки?
 3. Выведите формулу для вычисления работы в поле электрохимического градиента.

4. Объясните, как возникает мембранная разность потенциалов. Выведите формулу для величины мембранного потенциала.

5. Что представляет собой равновесие Доннана? Запишите уравнение Доннана.

6. Во сколько раз изменится мембранный потенциал, если концентрация ионов калия вне клетки увеличится в 2 раза?

7. Объясните механизм образования потенциала действия.

8. Как распространяется потенциал действия по нервному волокну? Можно ли считать аксон подобным электрическому кабелю?

9. Расскажите об электрических явлениях, происходящих на границе между твердым телом и электролитом. Запишите уравнение Нернста.

10. Что представляет собой явление электрофореза? Для каких целей он применяется в ветеринарии?

11. Какое физиологическое действие производит постоянный электрический ток? От чего зависит величина порогового электрического тока?

12. Запишите закон Вейсса. Что называют реобазой и хронаксией?

13. Расскажите о применении электрических явлений в терапевтических целях (гальванизация, электрофорез).

14. Какова природа электрического тока в электролитах? Сформулируйте закон Фарадея.

IX. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

Наименование величины или физический закон	Формула
Ёмкостное сопротивление в цепи переменного тока	$X_C = \frac{1}{\omega C}$
Индуктивное сопротивление в цепи переменного тока	$X_L = \omega L$
Полное сопротивление Z последовательной цепи переменного тока. R – активное сопротивление	$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
Тангенс угла сдвига фаз между током и напряжением при последовательном соединении элементов цепи переменного тока, состоящей из ёмкости и активного сопротивления	$\operatorname{tg} \phi = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{\omega CR}$
Количество теплоты q_d , выделяющейся в единице объёма ткани в единицу времени при диатермии (ρ – удельное сопротивление)	$q_d = j^2 \rho$
Количество теплоты q_y , выделяющейся в единице объёма ткани в единицу времени при УВЧ-терапии (E – напряжённость электрического поля)	$q_y = \frac{E^2}{\rho}$
Количество теплоты q_b , выделяющейся в единице объёма ткани при индуктотермии (B_m – амплитудное значение индукции магнитного поля, K – постоянная)	$q_b = K \frac{\omega^2 B_m^2}{\rho}$

Вопросы для самоконтроля

1. Расскажите о прохождении переменного тока через ёмкость и индуктивность. Напишите формулы ёмкостного и индуктивного сопротивлений.
2. Напишите формулу полного сопротивления при последовательном соединении элементов цепи переменного тока.
3. Напишите обобщённый закон Ома для переменного тока.
4. Нарисуйте векторную диаграмму последовательной цепи переменного тока.

5. Как определить сдвиг фаз между током и напряжением в последовательной цепи переменного тока?

6. Каковы особенности прохождения переменного тока в живых тканях по сравнению с постоянным током?

7. Объясните явление дисперсии полного сопротивления биологических тканей. От чего зависит величина дисперсии? Какое практическое применение находит это явление?

8. Существует ли индуктивное и ёмкостное сопротивление для живых тканей? Какие причины определяют ёмкостное сопротивление живой клетки?

9. Каковы физические причины нагревания живых тканей в высокочастотных электромагнитных полях?

10. В чём сущность диатермии, индуктотермии и УВЧ-терапии? Чем они отличаются друг от друга?

11. Напишите формулы для вычисления теплового эффекта при диатермии, индуктотермии и УВЧ-терапии.

12. Каковы преимущества измерения электросопротивления живых тканей на переменном токе по сравнению с постоянным током?

X. ФОТОМЕТРИЯ. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Наименование величины или физический закон	Формула
Полный световой поток от точечного источника света в люменах, J – сила света в канделах	$\Phi = 4\pi J$
Сила света J , Φ – световой поток, ω – телесный угол в стерадианах	$E = \frac{\Phi}{S_{\text{обл}}}$
Освещённость в люксах, $S_{\text{обл}}$ – площадь облучаемой поверхности	$E = \frac{\Phi}{S_{\text{обл}}}$
Освещённость, создаваемая точечным источником света на расстоянии R от него, i – угол падения световых лучей	$E = \frac{J}{R^2} \cos i$
Светимость M , $S_{\text{изл}}$ – излучающая поверхность	$M = \frac{\Phi}{S_{\text{изл}}}$

Соотношение между светимостью M и яркостью L для источников, удовлетворяющих закону Ламберта	$M = \pi L$
Поток излучения Φ (эр или бат)	$\Phi = 4\pi J$
Сила излучения (эр/ср или бакт/ср)	$J = \frac{\Phi}{\omega}$
Облучённость (эр/ср или бакт/м)	$E = \frac{\Phi}{S_{\text{обл}}}$
Облучённость от точечного источника	$E = \frac{J}{R^2} \cos i$
Угловое увеличение микроскопа Γ , a – расстояние наилучшего зрения (25 см), L – расстояние между фокусами объектива и окуляра, F_1 и F_2 – фокусные расстояния объектива и окуляра	$\Gamma = \frac{aL}{F_1 F_2}$

Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте законы отражения и преломления света. Дайте определение показателя преломления.
2. Покажите, как связаны между собой абсолютный и относительный показатели преломления на границе раздела двух сред.
3. В чём заключается явление полного внутреннего отражения? Как оно применяется в оптических приборах (например, в рефрактометре)?
4. Каков принцип действия световодов? Расскажите об их применении в ветеринарной практике.
5. Какие типы линз вам известны? Что называют оптической силой линзы и в каких единицах она измеряется?
6. Нарисуйте оптическую схему микроскопа. Чему равно увеличение микроскопа?
7. Что называют апертурным углом? Что называют числовой апертурой?
8. Дайте определения энергетических фотометрических величин и единиц их измерения.

9. Дайте определения эффективных фотометрических величин в эритемной и бактерицидной областях ультрафиолетовой части спектра.

10. Значение фотометрических измерений в ветеринарии и зоотехнии. Какое влияние оказывает видимый свет на сельскохозяйственных животных и птиц?

11. С какой целью применяют ультрафиолетовое излучение?

XI. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Наименование величины или физический закон	Формула
Предел разрешения микроскопа z , λ – длина волны света, θ – апертурный угол, n – показатель преломления среды между предметным стеклом и объективом	$z = \frac{0,61\lambda}{n \sin \theta}$
Предельный угол α_n при полном внутреннем отражении	$\sin \alpha_n = \frac{1}{n}$
Угол максимальной поляризации света при отражении ϕ_0 (закон Брюстера)	$\tan \phi_0 = n$
Угол поворота плоскости поляризации света: C – концентрация раствора, L – длина пути света в растворе (закон Био), $[\alpha]$ – удельное вращение	$\psi = [\alpha] CL$
Энергетическая светимость тела (закон Стефана-Больцмана)	$M = \sigma T^4$
Длина волны λ_m на которую приходится максимум теплового излучения (закон Вина)	$\lambda_m = \frac{B}{T}$

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой явление интерференции волн? Каковы условия, при которых возникает явление интерференции?
2. Каковы методы наблюдения интерференции света? Почему не наблюдается интерференция при одновременном включении двух лампочек?

3. Что представляет собой явление дифракции? При каких условиях наблюдается дифракция?

4. Что называют разрешающей способностью оптического прибора? Какими причинами она вызывается? Дайте определение предела разрешения.

5. Каковы свойства ультрафиолетового и инфракрасного излучений? Каковы методы наблюдения этих излучений?

6. Как применяют ультрафиолетовое излучение в ветеринарии и зоотехнии? Расскажите о бактерицидном и эритемном действии ультрафиолетового излучения?

7. Расскажите о явлении поляризации света. Каковы методы наблюдения поляризации света?

8. Сформулируйте законы Малюса и Брюстера.

9. Расскажите о явлении двойного лучепреломления и о применении этого явления при исследовании микроструктур в поляризованном свете.

10. Расскажите о явлении вращения плоскости поляризации оптически активными веществами.

11. Расскажите об устройстве поляриметров и сахариметров. Каково их применение в ветеринарии?

12. Что называют лучеиспускательной и лучепоглощательной способностью тела?

13. Что называют абсолютно чёрным телом? Каковы модели абсолютно чёрного тела?

14. Сформулируйте законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Вина.

ХII. КВАНТОВАЯ ОПТИКА. ФОТОБИОЛОГИЯ

Наименование величины или физический закон	Формула
Энергия кванта (фотона), c – скорость света	$W = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
Соотношение между массой и энергией (формула Эйнштейна)	$\Delta W = \Delta mc^2$

Закон поглощения света:

J_0 и J – интенсивности света до и после поглощения слоем вещества толщиной L (K – показатель поглощения)

$$J = J_0 e^{-KL}$$

Вопросы для самоконтроля

1. В чём сущность квантовой теории излучения? Напишите формулу Планка.

2. Сформулируйте закон фотоэффекта. Почему этот закон нельзя объяснить на основе классической волновой теории света?

3. Напишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

4. Напишите уравнение Эйнштейна, дающее связь между массой и энергией.

5. Какие физические явления определяют взаимодействие света с веществом?

6. Закон поглощения света (закон Бугера).

7. Перечислите типы фотохимических реакций, протекающих в биологических системах.

8. Дайте определение люминесценции. Сформулируйте правило Стокса.

9. Расскажите о применении люминесцентного анализа в ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизе.

10. Каковы источники и свойства ультрафиолетового излучения?

11. Расскажите о биологическом действии ультрафиолетового излучения.

12. Каковы источники и свойства инфракрасного излучения?

13. Опишите свойства лазерного излучения. Расскажите о применении лазеров в биологии и ветеринарии.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Каждый студент выполняет одну контрольную работу, в которой должен решить 6 задач. Номер варианта определяет преподавателем по номеру списка.

Задачи решаются в общем виде, т.е. в виде буквенных выражений без вычисления промежуточных величин. Числовые значения подставляются только в окончательную (расчетную) формулу.

При решении следует пользоваться таблицами, которые приводятся в приложении.

Вариант 1

1. Рабочее колесо установленного в коровнике вентилятора вращается так, что зависимость частоты вращения от времени задается уравнением: $\gamma = A\omega + B$, где $A = 0,1 \text{ с}^{-3/2}$ и $B = 12 \text{ с}^{-1}$. Сколько оборотов сделает барабан через 2 мин от начала вращения?

2. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) для свиньи в норме равна 8 мм/г. При воспалительном процессе эритроциты слипаются в комочки, средний диаметр которых на 30% больше диаметра одного эритроцита, а вязкость плазмы уменьшается на 15%. Какова будет в этом случае величина СОЭ?

3. Разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностями мембраны митохондрии внутри клетки печени крысы составляет 200 мВ. Толщина мембраны 8 нм. Какова напряженность внешней мембраны митохондрии, если площадь ее поверхности 13 мкм^2 , считая, что относительная диэлектрическая проницаемость мембраны равна 5?

4. При контакте с проводом электроизгороди на корову действует прямоугольный импульс тока длительностью 5 мс при напряжении 60 В. Какой заряд проходит при этом через тело коровы, если сопротивление тела $1,5 \text{ кОм}$? Какова мощность электрического заряда?

5. В ультрафиолетовом микроскопе используют лучи с длиной волны 0,2 мкм. Можно ли обнаружить этим микроскопом рибосомы внутри клетки, если их диаметр 30 нм? Апертурный угол объектива микроскопа 65° .

6. Для определения показателя поглощения сыворотки крови ее наливают в кювету и с помощью фотометра определяют, что интенсивность света, прошедшего через столбик сыворотки, уменьшается на 14% по сравнению с интенсивностью падающего света. При прохождении через такую же толщину воды интенсивность света уменьшается на 3%. Вычислить показатель поглощения сыворотки, если известно, что показатель поглощения воды равен $2 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$.

Вариант 2

1. Для изучения упругих напряжений, возникающих при перегрузках в костной ткани, кость прикрепляется к центрифуге перпендикулярно ее оси и приводится во вращательное движение. Считая кость однородным стержнем массой 250 г и длиной 20 см, определить кинетическую энергию кости, если она вращается с чистой 6 об/с.

2. Какая разность давлений поддерживается на участке артерии с внутренним диаметром 3 мм и длиной 10 см, если объемный поток крови через артерию составляет $2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$? Коэффициент вязкости крови $5 \text{ мПа} \cdot \text{с}$.

3. Определить коэффициент теплопроводности газовой кости лошади, если через площадку этой кости размером $3 \times 3 \text{ см}$ и толщиной 5 мм за час проходит 68 Дж теплоты. Разность температур между внешней и внутренней поверхностями кости в теле лошади составляет 1°C .

4. Средняя мощность разряда электрического сома примерно 8 Вт при напряжении 360 В. Время разряда 0,13 мс. Определить емкость электрических органов сома.

5. Для обезвреживания бактериального токсина необходимо создать бактериальную облученность $156 \text{ бакт}/\text{м}^2$. Токсин

в чашке Петри помещают под УФ-источником БУВ-30, создающим 4,5 бакт. На каком расстоянии от чашки следует поместить облучатель, считая его токсичным источником?

6. Лазерное излучение мощностью 2 мВт может вызвать ожог сетчатки глаза за время 2 с при площади пятна 12 мм². Вычислить интенсивность потока лазерного облучения. Какое количество фотонов падает за это время на сетчатку, если длина волны излучения 632 нм?

Вариант 3

1. Для изучения воздействий на организм животных кролик массой 3 кг был посажен на центр горизонтального диска массой 10 кг. Диск привели во вращение, так что он делает 25 об/мин. Какова будет частота вращения диска, если кролик перейдет от центра диска к его краю?

2. Масса 100 капель физиологического раствора, вытекающего из капилляра, равна 2,21 г. Определить КПН физиологического раствора, если диаметр шейки капли в момент отрыва равен 1 мм.

3. Для прогрева воды, используемой при поении сельскохозяйственных животных в зимний период, применяют водонагреватель ВЭП-600, потребляющий мощность 10 кВт. Сколько времени потребуется для нагревания 600 л воды от 4° до 22 °С? Определить стоимость подогрева воды в месяц, если в хозяйстве ежедневно потребляют 18 т подогретой воды. Удельная теплоемкость воды 4,19 кДж/кг · К, стоимость электроэнергии 4 коп. за 1 кВт · ч.

4. В лечебно-профилактических целях производят ультрафиолетовое облучение молодняка сельскохозяйственных животных лампами ЛЭ-15, дающими излучение с длиной волн 315 нм. Интенсивность облучения 15 мкВт/см². Какое количество фотонов попадает при 10-минутном облучении на поверхность тела животного площадью 1,7 м²?

5. Определить радиус капилляра, в котором спирт поднимается на высоту 8 см. Плотность и КПН спирта приведены в таблицах.

6. Вычислить энергию фотонов, излучаемых гелий-неоновым лазером, если длина волны этого излучения 632 нм. Ответ выразить в джоулях и электрон-вольтах. Сколько фотонов излучает лазер в секунду, если его мощность 50 мВт?

Вариант 4

1. Вентилятор, предназначенный для воздухообмена в животноводческих помещениях, достигает рабочей частоты вращения через 4 мин после включения. Какое число оборотов сделает до этого рабочее колесо вентилятора, если считать его вращение равноускоренным с угловым ускорением 1,25 рад/с²? Какова будет рабочая частота вращения?

2. В сосуде находится сыворотка крови, плотность которой 1026 кг/м³ и КПН $6 \cdot 10^{-2}$ н/м. На глубине 25 см от поверхности жидкости образовался пузырек воздуха диаметром 10 мкм. Определить давление воздуха в пузырьке, если атмосферное давление 750 мм рт. ст.

3. Какое количество энергии за сутки пройдет через мышцу животного площадью 300 см² и толщиной 1,5 мм, если температура мышцы 38 °С, а температура окружающего воздуха 10 °С. Коэффициент теплопроводности мышцы $5,7 \cdot 10^{-2}$ Вт/м · К.

4. Величина поляризационной емкости клеточной мембраны достигает 2 мкФ на 1 см² ее поверхности. Определить величину заряда, сосредоточенного на поверхности клетки, если разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностями мембраны 90 мВ. Площадь поверхности мембраны 50 мкм². Сколько ионов находится на поверхности клетки, если все ионы одинаковы?

5. Раствор глюкозы с концентрацией 0,28 г/см³, налитый в стеклянную трубку длиной 15 см, поворачивает плотность

поляризации света на 32°C . Определить удельное вращение глюкозы.

6. Фотоактивирование семян производят излучением гелий-неонового лазера мощностью 25 мВт . Какое количество фотонов падает на поверхность семян в минуту? Длина волны излучений 630 нм .

Вариант 5

1. Цилиндрический барабан ультрацентрифуги, применяющийся для разделения высокомолекулярных соединений, имеет диаметр 20 см и массу 5 кг . Для остановки барабана, вращающегося с частотой 9000 об/мин , к нему, после выключения электродвигателя, прижали тормозную колодку. Какую силу трения нужно приложить к боковой поверхности барабана, чтобы остановить его за 20 с ? Сколько оборотов он сделает до полной остановки? Какова будет работа силы трения?

2. В дождевальной установке вода подается сначала по трубе диаметром 40 мм , а затем по трубе диаметром 24 мм . Статические давления в широкой и узкой частях трубы равны 150 и 60 кПа . Определить скорость течения воды в узкой части трубы.

3. Определить коэффициент теплопроводности тазовой кости лошади, если через площадку этой кости размером $3\times 3\text{ см}$ и толщиной 5 мм за час проходит 68 Дж теплоты. Разность температур между внешней и внутренней поверхностями кости в теле лошади составляет 1°C .

4. При некоторых заболеваниях крупного рогатого скота применяют электрофорез ионов кальция. Сколько времени должна продолжаться процедура лечебного электрофореза, если через активный электрод площадью 350 см^2 необходимо ввести 7 мг кальция при плотности тока $0,2\text{ мА/см}^2$.

5. Окно в виварии имеет размеры $2,5\times 5\text{ м}$, и на него в полдень падает световой поток $0,11\text{ Млм}$. Считая коэффициент от-

ражения света от поверхности оконного стекла по 4% , определить освещенность окна с наружной его стороны, а также яркость и светимость окна внутри вивария. Поглощением света внутри стекла пренебречь.

6. Порог зрительного ощущения глаза человека в области его максимальной чувствительности при длине световой волны 555 нм составляет $3\cdot 10^{-17}\text{ Вт}$. Какое количество фотонов падает при этом в глаз за одну минуту?

Вариант 6

1. Косилка-измельчитель предназначена для скашивания травы и одновременного измельчения кормов для скота. Зависимость угла поворота барабана косилки КС-1 от времени дается уравнением

$$\varphi = A + Bt + Ct^2,$$

где $B = 0,6\text{ рад/с}^2$, $C = 0,25\text{ рад/с}^2$. Найти угловую скорость вращения барабана и линейную скорость точек на его поверхности через 10 с от начала вращения. Диаметр барабана $0,5\text{ м}$.

2. Определить время протекания крови через капилляр вискозиметра, если вода протекает через него за 10 с .

3. Через сухожилие площадью 3 см^2 за 2 ч проходит $12,6\text{ Дж}$ теплоты. Определить разность температур между внутренней и внешней частями сухожилия. Коэффициент теплопроводности сухожилия равен $4,60\cdot 10^{-2}\text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

4. Средняя мощность разряда электрического сома примерно 8 Вт при напряжении 360 В . Время разряда $0,13\text{ мс}$. Определить емкость электрических органов сома.

5. Предельный угол полного внутреннего отражения для роговицы глаза равен 46° . Вычислить угол полной поляризации для роговицы (угол Брюстера).

6. Мощность излучения Солнца составляет $3,84\cdot 10^{26}\text{ Вт}$. Вычислить, какую массу теряет Солнце на излучение в одну

секунду. Через сколько лет масса Солнца ($1,99 \cdot 10^{27}$ т) уменьшится вдвое?

Вариант 7

1. На барабан молотилки МК-100, имеющий момент инерции $50 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, действует вращающий момент $105 \text{ Н} \cdot \text{м}$, под действием которого барабан сделал 75 полных оборотов. Считая вращение барабана равноускоренным, определить время вращения барабана.

2. В лабораторном помещении, находящемся в здании птичника, уровень интенсивности шума достигал 80 дБ. С целью уменьшения шума было решено обить стены лаборатории звукопоглощающим материалом, уменьшающим интенсивность звука в 1500 раз. Какой уровень интенсивности шума станет после этого в лаборатории?

3. Какой максимальный объем крови может протекать через артерию с внутренним диаметром 4 мм, чтобы течение было ламинарным? Коэффициент вязкости крови $5 \text{ мПа} \cdot \text{с}$. Критическое значение числа Рейнольдса для гладких цилиндрических труб 2300. Плотность крови 1050 кг/м^3 . При какой максимальной скорости крови течение в артерии стало бы турбулентным? Достижима ли такая скорость?

4. В хирургии для местного обезболивания небольших участков тела применяют этиловый спирт. Какое количество теплоты расходует тело на испарение эфира, если на него налито 20 г эфира при 20°C ? Удельная теплоемкость эфира $2,34 \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$, удельная теплота парообразования 355 кДж/кг , температура кипения эфира $34,8^\circ \text{C}$, температура тела $36,6^\circ \text{C}$.

5. Удельное содержание радиоактивного изотопа углерода ^{14}C , усвоенного деревом при его жизни, затем уменьшается вследствие β -распада изотопа с периодом полураспада $T = 5700$ лет. Определить возраст t окаменевшего дерева, обнару-

женного при раскопках, если его удельная активность составляет $\lambda = 0,7$ от удельной активности свежесрубленного дерева близкого вида.

6. Определить энергию, массу и импульс фотона, соответствующего: а) видимому свету (длина волны $0,55 \text{ нм}$), б) рентгеновскому излучению (длина волны $0,1 \text{ нм}$) и в) гамма-излучению (длина волны $0,001 \text{ нм}$).

Вариант 8

1. Оценить среднюю мощность, развиваемую грудными мышцами птицы в полете, считая, что вся их энергия идет на движение крыльев. Крыло считать однородным стержнем длиной $l = 20 \text{ см}$ и массой $m = 100 \text{ г}$. Колебания считать гармоническими с частотой $\nu = 5 \text{ Гц}$ и амплитудой угла поворота крыла при взмахе $A = \pi/4$.

2. Тело брошено с высоты $h = 1 \text{ м}$ с начальной скоростью $v_0 = 8 \text{ м/с}$, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Найти высоту подъема, время и дальность полета.

3. Какой объем крови протекает через кровеносный сосуд длиной 50 мм и диаметром 3 мм за 1 мин, если на его концах разность давлений 2 мм рт. ст?

4. Какое количество теплоты затрачивает человек на парообразование, если за сутки он выделяет 0,5 кг пота? Каково полное количество теплоты, выделяемое человеком, если его масса 70 кг и теплопродукция взрослого человека $1,6 \text{ Дж/кг} \cdot \text{с}$? Удельная теплота парообразования пота $2,45 \text{ МДж/кг}$.

5. При воспалительных процессах в тканях структура клеточных мембран изменяется, и соответственно меняется их емкость. Измерения ёмкостного сопротивления ткани в норме проводились при частоте переменного тока $1,3 \text{ кГц}$. Измерения ёмкостного сопротивления той же ткани при воспалении и при тех же условиях при частоте переменного тока $6,2 \text{ кГц}$. Величина ёмкостного сопротивления во втором случае

в 3,5 раза меньше, чем в первом. Во сколько раз уменьшилась емкость ткани при воспалении?

6. «Накачка» рубинового лазера, используемого в хирургии сетчатки, осуществляется в течение 1 мин газоразрядной лампой мощностью 15 Вт, световой к.п.д. которой составляет 25%. Продолжительность вспышки лазера 0,1 мс. Какова мощность вспышки, если к.п.д. лазера 1,5%?

Вариант 9

1. Бактериальная клетка помещена в питательную среду и делится каждые 10 мин. Сколько данной культуры появится в среде через 3 ч? Оценить скорость роста числа бактерий.

2. Принимая человека за цилиндр радиусом 20 см, высотой 1,8 м и массой 70 кг, определить момент инерции человека в положении стоя и лежа относительно вертикальной оси, проходящей через центр цилиндра.

3. Интенсивность звука, создаваемого мычанием быка, равна 10^{-4} Вт/м². Вычислить величину акустического давления, создаваемого этим звуком в воздухе.

4. При некоторых заболеваниях крупного рогатого скота применяют электрофорез ионов кальция. Сколько времени должна продолжаться процедура лечебного электрофореза, если через активный электрод площадью 350 см² необходимо ввести 7 мг кальция при плотности тока 0,2 мА/см²?

5. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона вызывают ощущение резкой боли при падении на кожу при интенсивности 6 Дж/см²·мин. На каком расстоянии создает ощущение резкой боли лампа мощностью 1500 Вт, если ее световой КПД составляет 3%, а остальная часть энергии расходуется на создание ИК-излучения.

6. Определить энергию, массу и импульс фотона, соответствующего: а) видимому свету (длина волны 0,55 мкм); б) рентгеновскому излучению (длина волны 0,1 нм) и в) гамма-излучению (длина волны 0,001 нм).

Вариант 10

1. Сколько оборотов в секунду необходимо делать барабану центрифуги диаметром 0,2 м, чтобы давление жидкости на дно пробирки увеличилось в 20 раз по сравнению с давлением покоя?

2. Какая разность давлений поддерживается на участке артерии с внутренним диаметром 3 мм и длиной 10 см, если объемный поток крови через артерию составляет $2 \cdot 10^{-5}$ м³/с? Коэффициент вязкости крови 5 мПа·с.

3. За какое время через мышцу животного площадью 1 дм² и толщиной 10 мм пройдет 2 кДж теплоты, если температура мышцы 38 °С, а температура окружающего воздуха 15 °С. Коэффициент теплопроводности мышцы $5,7 \cdot 10^{-2}$ Вт/м·К.

4. Найти концентрацию ионов калия внутри гигантского аксона кальмара при температуре 20 °С, если потенциал покоя аксона равен 90 мВ. Концентрацию ионов калия снаружи аксона принять равной 10 мм.

5. Угол сдвига фаз между током и напряжением для ламинарии равен 7700 при частоте переменного тока 1 кГц. Какова емкость ламинарии, если ее активное сопротивление 850 Ом? Считать активное сопротивление и емкость соединенными последовательно.

6. Вычислить показатель поглощения света жировой тканью, если при прохождении света через ткань толщиной 3 мм интенсивность света уменьшилась на 94%.

Вариант 11

1. Сколько оборотов в секунду необходимо делать барабану центрифуги диаметром 0,2 м, чтобы давление жидкости на дно пробирки увеличилось в 20 раз по сравнению с давлением покоя?

2. Интенсивность шума в помещении от вентилятора 30 дБ. На сколько возрастёт интенсивность шума, если одновременно включены два вентилятора?

3. Средняя скорость крови в аорте составляет 40 см/с, а в капилляре 0,5 см/с. На основании этих данных определить, во сколько раз сумма поперечных сечений всех функциональных капилляров больше сечения аорты.

4. Объемная плотность энергии растянутой мышцы 1,2 кДж при относительном удлинении 5%. Какова величина упругого напряжения в мышце? Какова величина модуля упругости мышцы при этих условиях?

5. За какое время через мышцу животного площадью 1 дм² и толщиной 10 мм пройдет 2 кДж теплоты, если температура мышцы 38 °С, а температура окружающего воздуха 15 °С? Коэффициент теплопроводности мышцы $5,7 \cdot 10^{-2}$ Вт/м·К.

6. В лечебно-профилактических целях производят ультрафиолетовое облучение молодняка сельскохозяйственных животных лампами ЛЭ-15, дающими излучение с длиной волны 315 нм. Интенсивность облучения 15 мВт/см². Какое количество фотонов попадает при 10-минутном облучении на поверхность тела животного площадью 1,7 м²?

Вариант 12

1. В боксе с температурой 61 °С было пролито 2,5 г хлороформа. Какое количество теплоты потрачено на испарение хлороформа, если его начальная температура была 18 °С? Удельная теплоемкость хлороформа 0,98 кДж/(кг · К), удельная теплота парообразования 2,57 МДж/кг. Температура кипения хлороформа 61 °С.

2. Разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностями мембраны митохондрии внутри клетки печени крысы составляет 200 мВ. Толщина мембраны 8 нм. Какова напряженность электрического поля в мембране? Вычислить емкость внешней мембраны митохондрии.

3. При раздражении плечевого сустава коровы длительными прямоугольными импульсами электрического тока порог

раздражения наступает при 12 мА (реобазис). При длительности импульса 3 мс порог раздражения 14,5 мА. Каков будет порог раздражения при длительности импульса 0,5 мс?

4. В фильтре аппарата для гальванизации имеются дроссель с индуктивностью 65 Гц и электрический конденсатор емкостью 20 мкФ. Определить сопротивления дросселя и конденсатора, если напряжение на его обкладках 50 Гц. Какой ток пройдет через конденсатор, если напряжение на его обкладках 170 В? Активное сопротивление дросселя не учитывается.

5. Определить увеличение микроскопа, фокусные расстояния объектива и окуляра которых соответственно равны 15 и 50 мм, а расстояние между задним фокусом объектива и передним фокусом окуляра 19 см.

6. Показатель поглощения подкрашенного раствора 0,735. Какая толщина слоя этого раствора уменьшает интенсивность падающего света в 2 раза?

Вариант 13

1. Сосуд с водой, привязанный к нити длиной 0,5 м, вращается в вертикальной плоскости. Рассчитайте угловую скорость ω , при которой в верхней точке траектории вода не будет выливаться, и ω_2 , когда в нижней части траектории ее вес в пять раз больше веса покоя.

2. Интенсивность звука в производственном помещении комплекса вблизи доильной установки составляет $J = 3 \cdot 10^{-4}$ Вт/м², а в другом конце $2 \cdot 10^{-6}$ Вт/м². На сколько децибел (дБ) интенсивность шума отличается в разных концах помещения?

3. Определить максимальное количество крови, которое может пройти через аорту в 1 с, чтобы течение сохранялось ламинарным, если диаметр аорты 2 см, а вязкость крови 5 мПа·с.

4. Нормальная длина портняжной мышцы лягушки 25 мм. При растяжении до 32 мм модуль упругости мышцы равен 220 кПа, при растяжении до 36 мм модуль упругости возрас-

тает до 1,58 МПа. Во сколько раз объемная плотность энергии растяжения мышцы во втором случае больше, чем в первом?

5. Через сухожилие площадью 3 см^2 за 2 ч проходит 12,6 Дж теплоты. Толщина сухожилия 5 мм. Определить разность температур между внутренней и внешней частями сухожилия. Коэффициент теплопроводности сухожилия $4,60 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

6. Известно, что солнечный свет регулирует развитие растений, действуя на фитохром в узле кущения. Определить коэффициент поглощения света в стеблях растений, если на пути 8 см свет ослабляется в 20 раз.

Вариант 14

1. Онкотическое давление крови человека равно 28 мм рт. ст., а лимфы – 9,5 мм рт. ст. Под действием разности онкотических давлений вода поступает из лимфы в кровь. Вычислить работу перемещения 25 г воды при температуре 37°C .

2. Величина поляризационной емкости клеточной мембраны достигает 2 мкФ на 1 см^2 ее поверхности. Определить величину заряда, сосредоточенного на поверхности клетки, если разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностями мембраны 90 мВ. Площадь поверхностной мембраны 50 мкм^2 . Сколько ионов находится на поверхности клетки, если все ионы одновалентные?

3. Величина потенциала действия, создаваемого в аксоне кальмара, равна 75 мВ. Какова будет величина этого потенциала после прохождения его по немиелинизированному аксону на расстояние 10 мм? Диаметр аксона 0,12 мм, удельное сопротивление аксоплазмы $0,85 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, поверхностное сопротивление мембраны $0,09 \text{ Ом}$ на 1 м^2 .

4. Аппарат для индуктометрии ДКВ-1 генерирует переменное напряжение частотой 13,56 МГц. Во сколько раз снизится тепловой эффект, если индуктометрическую катушку подсоединить к аппарату для диаметрии, работающему на частоте 1625 кГц?

5. Определить величину изображения среза мышечного волокна диаметром 8,5 мкм, рассматриваемого под микроскопом с фокусными расстояниями окуляра и объектива, соответственно равными 14 см и 2 см. Расстояние между фокусами объектива и окуляра $L=16 \text{ см}$, иммерсионная жидкость – глицерин. Апертурный угол 65° .

6. Некоторые фотобиологические реакции связаны с диссоциацией молекул воды под действием света. Для диссоциации молекул воды необходима энергия 12,6 эВ. Какова длина волны света, вызывающего эту реакцию? Коротковолновое же УФ-излучение с длиной волны 200 нм оказывает наиболее выраженное бактерицидное действие, обусловленное изменением структуры белков, входящих в состав бактерий. Вычислить энергию, необходимую для изменения этих белков.

Вариант 15

1. Цилиндрический барабан ультрацентрифуги, применяющейся для разделения высокомолекулярных соединений, диаметром 20 см делает 9000 об/мин. Рассчитать нормальное ускорение точек обода барабана и выразить его в единицах ускорения свободного падения $\frac{an}{g}$.

2. Во сколько раз различается акустическое сопротивление кости черепа и мозга, если скорость распространения звука в кости $U_k = 3660 \text{ м/с}$, а в мозге $U_m = 1520 \text{ м/с}$, плотность кости $\rho = 1,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, мозга $\rho_m = 1,05 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

3. Определить время протекания крови через капилляр вискозиметра, если вода протекает через него за 20 с.

4. Вычислить величину упругого напряжения, возникающего при подвешивании к портняжной мышце лягушки грузика массой 10 г. Площадь сечения мышцы $2,7 \text{ мм}^2$. Какова будет работа, необходимая для растяжения мышцы под действием веса грузика, если ее длина возросла от 25 до 34 мм? Модуль упругости мышцы при этом растяжении равен 0,95 МПа.

5. Теплота из внутренних органов свиньи проходит сначала через мышечную ткань толщиной 4,5 см, а затем через жировую ткань толщиной 2,2 см. Температура на внешней поверхности жировой ткани 37°C , на границе между мышечной и жировой тканями $37,5^\circ\text{C}$. Какова температура на внутренней поверхности мышцы? Вычисление провести, не учитывая теплоты, выделяющейся в самой мышце. Коэффициенты теплопроводности мышцы и жировой ткани соответственно равны $5,70 \cdot 10^{-2}$ и $2,78 \cdot 10$ Вт/м·К.

6. При прохождении света через раствор крови в кювете высотой 6 см интенсивность света уменьшилась на 12%. Определить концентрацию раствора, если известно, что для него удельный показатель поглощения в законе Бера равен $0,325$ л/(см·моль).

Вариант 16

1. Лечение хронического синовита у одной коровы проводили путем наложения озокеритовой аппликации массой 5 кг, а у другой – аппликации из горячей глины массой 6,5 кг. Температуры озокерита и глины соответственно 68°C и 60°C , удельные теплоемкости 3,35 и 2,09 кДж/кг·К. Температура тела коров 38°C . Во сколько раз теплота, переданная телу коровы озокеритом, больше, чем глиной?

2. При гальванизации через участок тела лошади за время лечебной процедуры (20 мин) проходит электрический заряд 90 Кл. Определить среднюю плотность тока, если площадь электродов 350 см².

3. Из трупa свиньи вырезан образец, представляющий собой столбик одинакового поперечного сечения 8 см², в котором последовательно соединены мышечная и жировая ткани. Длина каждого из участков тканей одинакова и равна 3 см. Зная, что удельное сопротивление жировой ткани 330 Ом·м, вычислить удельное сопротивление мышечной ткани, если к торцам

образца приложено напряжение 25 В. ЭДС поляризации была 16 В и сила тока в образце 9 мА.

4. Аппарат для индуктометрии ДКВ-1 генерирует переменное напряжение частотой $13,56$ МГц. Во сколько раз снизится тепловой эффект, если индуктометрическую катушку подсоединить к аппарату для диаметрии, работающему на частоте 1625 кГц?

5. Определить оптическую силу окуляра микроскопа, если фокусное расстояние объектива 1,5 мм. Расстояние между объективом и окуляром 21 см. Микроскоп обладает 64-кратным увеличением.

6. В офтальмологии лазерный луч применяется для спайки отслоившейся сетчатки с поверхностью сосудистой оболочки. Энергия, необходимая для этой операции, равна 50 мДж. Какова интенсивность лазерного луча, если он облучает поверхность сетчатки площадью $0,05$ мм² и длительность импульса 5 мс?

Вариант 17

1. Автомобиль массой 1,8 т движется со скоростью $V = 60$ км/ч по выпуклому мосту. Радиус кривизны моста равен 10 м. С какой силой давит на мост автомобиль в верхней точке?

2. Найти акустическое давление на барабанную перепонку при интенсивности звука 130 дБ при нормальных условиях, когда $\rho = 1,2$ кг/м³ и $c = 331$ м/с.

3. Определить плотность эритроцитов, если скорость оседания их в крови (СОЭ) равна 10 мм/ч. Считать, что эритроциты имеют форму шариков диаметром 5 мм (в действительности их форма более сложная).

4. Сухожилие длиной 75 мм и площадью поперечного сечения 80 мм² при нагрузке 9,5 Н удлиняется на 15 мм. Определить модуль упругости для этого сухожилия и вычислить для него объемную плотность энергии.

5. Какое количество углекислого газа продиффундирует из почвы в атмосферу за 1 ч с поверхности грядки шириной 50 см и длиной 18 м, если видимая поверхность грядки в 1,5 раза меньше поверхности почвы, полученной при ее рыхлении? Коэффициент диффузии газов принять в среднем $0,05 \text{ см}^2/\text{с}$, а градиент плотности газа $4 \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^4$.

6. Коротковолновое УФ-излучение с длиной волны 200 нм оказывает наиболее выраженное бактерицидное действие, обусловленное изменением структуры белков, входящих в состав бактерий. Вычислить энергию, необходимую для изменения структуры этих белков. Ответ выразить в электрон-вольтах. Культура бактерий находится в чашке Петри диаметром 100 мм. Какое количество фотонов УФ-излучения попадает на поверхность культуры бактерий за 10 мин, если интенсивность облучения $0,3 \text{ мВт/см}^2$?

Вариант 18

1. Вычислить изменение энтропии, создаваемое в сутки лошастью и курицей. Сравнить эти величины. Какая из них больше, во сколько раз? Вычислить изменение энтропии в сутки, происходящее на 1 кг тела животного. Какая из этих величин окажется больше? Масса курицы и лошади соответственно 2 и 450 кг.

2. При контакте с проводом электроизгороди на корову действует прямоугольный импульс тока длительностью 5 мс при напряжении 60 В. Какой заряд проходит при этом через тело коровы, если сопротивление тела $1,5 \text{ кОм}$? Какова мощность электрического заряда?

3. Какова должна быть длительность прямоугольных импульсов электрического тока, если при наложении электродов на основание хвоста коровы порог раздражения наступает при токе 12 мА. Величина реобазы 4,2 мА. Константа Вейссаи $a = 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot \text{с}$. Вычислить сопротивление этого участка хвоста коровы, если его напряжение на электродах 20 В.

4. У аппарата ДКВ-1 для индуктометрии, который генерирует переменное напряжение частотой 4 мГц, заменили индуктотермическую катушку. После замены катушки тепловой эффект снизился в 25 раз. На какой частоте работает аппарат после замены катушки?

5. Энергетическая освещенность, создаваемая Солнцем на границе земной атмосферы, равна $1,37 \text{ кВт/м}^2$ (солнечная постоянная). Вычислить мощность излучения Солнца, если среднее расстояние от него до Земли равно 150 млн км.

6. Для разрушения раковой опухоли в полости рта животного необходима энергия светового пучка 10^5 Дж . Опухоль облучали лазерным пучком с интенсивностью 10^8 Вт/м^2 . Опухоль круглой формы диаметром 5 мм поглощает 20% падающего на нее излучения рубинового лазера. Сколькими импульсами необходимо облучать опухоль, если длительность каждого импульса 20 мс?

Вариант 19

1. На краю диска диаметром 1 м лежит брусок массой 5 кг. При какой частоте вращения диска брусок придет в движение? Коэффициент трения о диск равен 0,2.

2. Рассчитать коэффициент отражения ультразвука от печени при условии, что ультразвук проходит через мышцы живота, где скорость его распространения $U_1 = 1560 \text{ м/с}$, а в печени $U_2 = 1565 \text{ м/с}$. Плотность мышечной ткани $\rho_1 = 994 \text{ кг/м}^3$, а печени $\rho_2 = 1083 \text{ кг/м}^3$.

3. Какой объем крови протекает через кровеносный сосуд длиной 50 мм и диаметром 3 мм за 1 мин, если на его концах разность давления 2 мм рт. ст.?

4. Длина большеберцовой кости у лежащей собаки равна 36 см, а площадь её поперечного сечения в среднем 85 мм^2 . Определить уменьшение длины кости у собаки, когда она стоит, если масса собаки 24 кг. Модуль Юнга $4,5 \cdot 10^{10} \text{ Па}$.

5. За сутки с 50 м^2 поверхности дерново-подзолистой почвы продиффундировало $7,25 \text{ кг}$ углекислого газа. Вычислить коэффициент углекислого газа, если градиент его плотности в почве равен $1,42 \text{ кг/м}^4$.

6. Вычислить показатель поглощения света жировой тканью, если при прохождении света через ткань толщиной 3 мм интенсивность света уменьшилась на 94% .

Вариант 20

1. В хирургии для местного обезболивания небольших участков тела применяют этиловый спирт. Какое количество теплоты расходует тело на испарение эфира, если на него налито 20 г эфира при 20°C ? Удельная теплоемкость эфира $2,34 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$, удельная теплота парообразования 355 кДж/кг , температура кипения эфира $34,8^\circ\text{C}$, температура тела $36,6^\circ\text{C}$.

2. Величина мембранного потенциала покоя для клетки икроножной мышцы лягушки равна 65 мВ . Какова напряженность электрического поля в мембране толщиной 10 нм ? Емкость мембраны в расчете на 1 см^2 ее поверхности равна $0,48 \text{ мкФ}$. Определить относительную диэлектрическую проницаемость мембраны.

3. При некоторых заболеваниях крупного рогатого скота применяют электрофорез ионов кальция. Сколько времени должна продолжаться процедура лечебного электрофореза, если через активный электрод площадью 350 см^2 необходимо ввести 7 мг кальция при плотности тока $0,2 \text{ мА/см}^2$?

4. Отношение индуктивного сопротивления тела животного к его емкостному сопротивлению оказалась равным $0,4$. При какой частоте переменного тока проводились измерения, если индуктивность животного мГн , а его емкость 30 мкФ ?

5. Будет ли видно под микроскопом волокно диаметром $0,2 \text{ мкм}$, если его рассматривать в зеленом свете (длина волны 555 нм) в объектив с числовой апертурой 60° и с монобром-нафталином в качестве иммерсионной жидкости?

6. Человеческий глаз наиболее чувствителен к зеленому свету (длина волны $0,55 \text{ мкм}$), для которого порог чувствительности глаза соответствует 80 фотонам, падающим на сетчатку за 1 с . Какой мощности света соответствует этот порог?

Вариант 21

1. Приборы центрифуги вращаются равномерно, делая 600 оборотов в минуту. Определить: а) угловую скорость; б) линейную скорость и нормальное ускорение частички, взвешенной в жидкости пробирки, удаленной от центра вращения на 10 см .

2. Во сколько раз избыточное акустическое давление P_a под водой будет отличаться от P_a в воздухе, если интенсивность звуковой волны в воде составила $J_2 = 0,12$ от интенсивности звука в воздухе J_1 . Скорость звука в воде $U_2 = 1500 \text{ м/с}$, плотность $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$, а в воздухе $U_1 = 334 \text{ м/с}$, $\rho_1 = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

3. При каждом биении человеческого сердца левый желудочек, сокращаясь, выталкивает в аорту 70 г крови под давлением 200 мм рт. ст. За минуту происходит примерно 75 сокращений. Определить работу сокращающегося сердца в течение часа и мощность сердца.

4. Определить толщину стенки локтевой кости, если ее разрыв произошел при осевой нагрузке 1295 Н . Внешний диаметр кости в месте разрыва 13 мм , предел прочности на разрыв $16,2 \text{ МПа}$.

5. Осмотическое давление крови $0,763 \text{ МПа}$. Такое же давление должен иметь физиологический раствор, т.е. водный раствор поваренной соли при 37°C . Какую массу поваренной соли необходимо взять для приготовления 2 л физиологического раствора, если степень диссоциации молекул соли 75% ?

6. Какой изотоп образуется из ${}_{92}\text{U}^{238}$ после 3α -распадов и 2β -распадов?

Вариант 22

1. Концентрация ионов хлора внутри мышечного волокна лягушки равна 3 мМ/л, а во внеклеточной среде она равна 120 мМ/л. Какая работа совершается силами диффузии при переносе через клеточные мембраны 1 мкг ионов хлора? Температура тела лягушки 20 °С.

2. При лечении невралгии на плечевой сустав лошади наложили электроды, соединенные с аппаратом для гальванизации «Поиск-1». Плотность тока должна быть 0,4 мА на 1 см² площади активного электрода, а суммарный ток не должен превышать 200 мА. Какова должна быть площадь активного электрода? Какой заряд пройдет через тело лошади при времени процедуры 25 мин?

3. На каком расстоянии от места раздражения немиелинизированного аксона кальмара потенциал действия уменьшается в 1000 раз, если константа затухания сигнала в аксоне 1,68 мм? Вычислить удельное сопротивление аксоплазмы, если диаметр аксона 0,1 мм, а поверхностное сопротивление мембраны 0,1 Ом на 1 м².

4. Индуктивное сопротивление дросселя в фильтре аппарата для гальванизации должно быть 20 кОм переменному току частотой 50 Гц, а емкостное – 0,16 мОм. Определить индуктивность дросселя и емкость конденсатора.

5. В коровнике повешен светильник из молочного стекла, имеющий форму шара диаметром 40 см. Сила света, создаваемая светильником, равна 250 Кд. Определить световой поток, светимость и яркость светильника.

6. Какой изотоп образуется из радиоактивного ${}^8\text{Li}$ после одного β -распада и одного α -распада?

Вариант 23

1. Линейная скорость вентилятора на его периферии должна быть 7 м/с. Эта скорость создается при 200 об/мин. Вычислить: а) угловую скорость; б) период вращения; в) диаметр.

2. При УЗИ головного мозга сигнал проходит через черепную кость, при этом часть энергии поглощается, и до поверхности мозга доходит ослабленный сигнал. На поверхности мозга часть сигнала отражается, а другая часть переходит в ткань мозга. Отраженный сигнал вернется к приемнику после прохождения костной ткани. Во сколько раз интенсивность отраженного от мозга сигнала будет слабее интенсивности посланного? Коэффициент затухания сигнала в кости $\delta = 71 \text{ м}^{-1}$, толщина кости $l = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

3. Максимальное давление крови в аорте человека равно 120 мм рт. ст., а минимальное давление в венах 6 мм рт. ст. Количество крови в организме человека 5 л. Какую работу совершает сердце за 1 мин, если время одного круга кровообращения крови 20 с?

4. Врач прописал больному пропить по 50 капель лекарства. Сколько капель лекарства придется принимать больному, если температура жидкости понизилась, и коэффициент поверхностного натяжения (КПН) при этом возрастает от 71,9 до 74,3 мН/м? Изменением плотности жидкости пренебречь.

5. В клетках солончаковых растений осмотическое давление достигает 10 МПа. Определить молярную концентрацию клеточного сока, если температура окружающего воздуха 27 °С. Считать, что молекулы в растворе не диссоциированы.

6. Определить энергию связи атома гелия ${}^4_2\text{He}$.

Вариант 24

1. При диффузии 5 мкг калия из аксонов кальмара во внеклеточную среду совершается работа 1,16 мДж. Определить концентрацию ионов калия в аксоне, если во внешней среде она равна 8 мМ/л. Температура тела кальмара 10 °С.

2. Напряжение на плоском воздушном конденсаторе 24 В. Человек, стоя на изолирующей подставке, касается руками противоположных обкладок конденсатора и при этом их

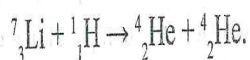
общее напряжение становится 21,4 В. Определить ёмкость человека, если площадь пластин конденсатора 1130 см² и расстояние между ними 10 мм.

3. Концентрация ионов натрия в аксоплазме каракатицы равна 49 мМ/л. Какова концентрация ионов натрия во внеклеточной среде, если величина потенциала покоя аксона равна 57 мВ? Температура тела каракатицы 15 °С.

4. При воспалительных процессах в тканях структура клеточных мембран изменяется и соответственно меняется ёмкость. Измерения ёмкостного сопротивления ткани в норме проводились при частоте переменного тока 1,3 кГц. Измерения ёмкостного сопротивления той же ткани при воспалении проводились при тех же условиях, но частота переменного тока была 6,2 кГц. Величина ёмкостного сопротивления во втором случае оказалась в 3,5 раза меньше, чем в первом. Во сколько раз уменьшилась электроёмкость ткани при воспалении?

5. Над операционным столом помещен светильник из молочного стекла, имеющий форму шара диаметром 40 см. Сила света, создаваемая светильником, равна 250 Кд. Определить: а) световой поток; б) светимость; в) яркость светильника.

6. Вычислить энергию, освобождающуюся при ядерной реакции



Вариант 25

1. Самолет описывает окружность в горизонтальной плоскости диаметром 2 км, имея скорость 600 км/ч. Ноги летчика обращены от центра описываемой окружности. Найти ускорение, с которым частицы тела летчика смещаются в направлении ног. Сколько процентов составляет это ускорение от ускорения, равного $4g$?

2. Для лечения воспалительного процесса использовали ультразвук. Какая энергия выделилась на пути к очагу вос-

палительного процесса, если площадь головки излучателя 5 см², интенсивность $J=0,5 \text{ Вт/м}^2$, толщина кожи 1 мм, толщина мышечного покрова 0,5 см, коэффициент поглощения кожи $\delta_1=0,4 \text{ м}^{-1}$, мышечной ткани $\delta_2=0,16 \text{ м}^{-1}$, сеанс лечения длится 10 мин.

3. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) имеет большое диагностическое значение. Так, при воспалительных процессах в организме животных СОЭ обусловлена слипанием эритроцитов в комочки большого диаметра. Считая их специфическими, определить диаметр комочков в крови лошади, если СОЭ равна 64 мм/ч.

4. Для измерения КПН жидкости сравнительным методом используют сталагмометр, представляющий собой трубку малого диаметра, из которой каплями вытекает жидкость фиксированного объема. Определить КПН мочи, если при вытекании одного и того же объема дистиллированной воды и мочи образуется соответственно 150 и 158 капель. Плотность воды и мочи соответственно 1000 и 1020 кг/м³. КПН дистиллированной воды 72,7 мН/м.

5. Осмотическое давление вторичной мочи для высших животных лежит в пределах от 1,35 до 2,77 МПа. Каковы молярные концентрации солей, соответствующие этим давлениям, если считать температуру тела животных 37 °С? Среднюю степень диссоциации солей принять равной 80%.

6. Определить дефект массы, полную и удельную энергию связи ядра изотопа кислорода ${}^{16}_8\text{O}$.

Вариант 26

1. В почках из крови в мочу переходит 50 мл воды при температуре 38 °С. Вычислить, во сколько раз осмотическое давление вторичной мочи больше, чем в плазме крови, если осмотическая работа, совершаемая почками, равна 0,67 Дж.

2. Две параллельные металлические пластины, расстояние между которыми 10 мм, поместили в масло и сообщили им раз-

ность потенциалов 350 В. Затем расстояние между пластинами уменьшили до 5 мм и, удалив масло, залили яичный белок. При этом разность потенциалов уменьшилась до 42 В. Определить относительную диэлектрическую проницаемость белка, если для масла она равна 2,3.

3. Концентрация ионов хлора внутри моторного нейрона кошки равна 9 мМ/л, а концентрация этих же ионов во внеклеточной среде 125 мМ/л. Определить величину мембранного потенциала нейрона, если температура кошки 38 °С.

4. Сдвиг фаз между напряжением и переменным током в коже лягушки составляет 48°, активное сопротивление 2 кОм, ёмкость 0,03 мкФ. Вычислить частоту переменного тока. Сопротивление и ёмкость считать соединёнными последовательно.

5. Для обезвреживания бактериального токсина необходимо создавать бактериальную облучаемость 156 мбакт/м². Токсин в чашке Петри помещают под УФ-источником БУВ-30, создающим поток 4,5 бакт. На каком расстоянии от чашки следует поместить облучатель, считая его точечным источником?

6. Определить энергию связи ядра изотопа лития ⁷Li.

Вариант 27

1. В сельском хозяйстве применяют дисковые центробежные разбрасыватели удобрений. Какой должна быть наименьшая скорость вращения диска в оборотах в минуту, чтобы удобрение, поступающее на диск в 10 см от оси вращения диска, разбрасывалось по полю? Коэффициент трения удобрения о диск – 0,9.

2. При интенсивности звука 135 дБ возникает болевое ощущение в ушах. Каково акустическое давление на барабанную перепонку? Какая энергия каждую секунду попадает через слуховой проход площадью 0,6 см².

3. В восходящей части аорты диаметром 3,2 см максимальная скорость крови достигает значения 60 см. Будет ли при

этих условиях течение ламинарным или турбулентным? Критическое значение числа Рейнольдса при движении в гладкой цилиндрической трубе принять равным 2300. Коэффициент вязкости крови 5 мПа·с, плотность крови 1050 кг/м³.

4. При взятии крови на анализ на коже делают надрез, к которому подводят кончик капиллярной трубки. Определить коэффициент поверхностного натяжения крови, если диаметр капилляра 0,3 мм, а кровь поднялась в нем на высоту 76 мм. Считать смачивание стенки капилляра полным. Плотность крови 1060 кг/м³.

5. Вода поступает из лимфы в кровь под действием разности онкотических давлений (онкотическое давление – часть осмотического давления, обусловленная белковыми составляющими). Во сколько раз изменится интенсивность потока воды, если сначала онкотические давления крови и лимфы соответственно 32 и 9 мм рт. ст., а затем 29 и 11 мм рт. ст.?

6. Определить энергию связи ядра дейтерия ²H.

Вариант 28

1. Какое количество теплоты затрачивает человек на паровыделение, если за сутки он выделяет 0,5 кг пота? Каково полное количество теплоты, выделяемое человеком за сутки, если его масса 70 кг и терморегуляция взрослого человека 1,6 Дж/кг·с? Удельная теплота парообразования пота 2,45 МДж/кг.

2. Какой ёмкостью обладает миелиновая оболочка участка цилиндрического нервного волокна длиной 5 мм, если его диаметр равен 16 мкм и толщина миелинового слоя 1,5 мкм? Относительная диэлектрическая проницаемость миелина равна 45. Расчет провести по формуле ёмкости плоскости плоского конденсатора.

3. Концентрация ионов калия в крови кальмара равна 16 мМ/л. Какова концентрация этих же ионов в аксоплазме

гигантского аксона кальмара, если температура морской воды 8°C и величина потенциала покоя аксона 79 мВ ?

4. Какое количество теплоты выделится за 10 мин в $0,5\text{ дм}^3$ вымени при УВЧ-терапии мастита, если эффективная напряженность электрического поля между электродами 350 В/м ? Удельное сопротивление вымени принять равным $8\text{ Ом}\cdot\text{м}$.

5. Светоотдачей называется число, показывающее величину светового потока, приходящегося на 1 Вт мощности, затрачиваемой источником света. Светоотдача лампы мощностью 150 Вт равна $12,7\text{ лм/Вт}$. На поверхность стола площадью $2,8\text{ м}^2$ направлено 25% светового потока лампы. Вычислить среднюю освещенность стола.

6. Определить дефект массы, полную и удельную энергию связи ядра изотопа $^{40}_{20}\text{Ca}$.

Вариант 29

1. Во сколько раз сильнее отбрасывается к периферии слой обрата толщиной 1 см по сравнению со слоем сливок толщиной 1 см , которые отстаиваются от оси вращения барабана на расстоянии $0,1\text{ м}$. Плотность обрата $1,041\cdot 10^3\text{ кг/м}^3$. Барабан вращается с частотой 8000 об/мин .

2. Любители громкой музыки включили колонки проигрывателя на максимальную громкость 110 дБ . По санитарным нормам звук интенсивностью 100 дБ человек не должен воспринимать более 30 мин . При длительном воздействии шума такой интенсивности понижается острота слуха. Какая энергия за 30 мин пройдет через барабанную перепонку площадью 70 мм^2 ? Какая энергия за это время попадает в ухо любителя громкой музыки?

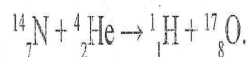
3. Какой максимальный объем крови может протекать через артерию с внутренним диаметром 4 мм , чтобы течение было ламинарным? Коэффициент вязкости крови $5\text{ мПа}\cdot\text{с}$, критическое значение числа Рейнольдса для гладких цилин-

дрических труб 2300 , плотность крови 1050 кг/м^3 . При какой максимальной скорости течение крови в артерии стало бы турбулентным? Достижима ли такая скорость?

4. Масса 100 капель физиологического раствора, вытекающего из капилляра, равна $2,21\text{ г}$. Определить КПД физиологического раствора, если диаметр шейки капли в момент отрыва равен 1 мм .

5. При заболевании диабетом летальный исход наступает, когда концентрация сахара в крови достигает $0,25\%$. Каково будет при этом осмотическое давление сахара? Считать температуру тела 37°C . Диссоциация молекул сахара ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) отсутствует.

6. Вычислить энергию, поглощенную при реакции



Вариант 30

1. Для лечения мастита на вымя накладывают парафиновую аппликацию при температуре 70°C . Удельная теплоемкость парафина $3,23\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$. Вычислить необходимую массу парафина, если для проведения процедуры необходимо передать вымени 185 кДж теплоты. Температура вымени 38°C .

2. Для подогрева в зимний период воды, используемой при поении сельскохозяйственных животных, применяют водонагреватель ВЭП-500, потребляющий мощность 10 кВт . Сколько времени требуется для нагревания 600 л воды от 4° до 22°C ? Определить стоимость подогрева воды в месяц, если в хозяйстве ежедневно потребляют $1,8\text{ т}$ подогретой воды. Удельная теплоемкость воды $4,19\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$. Стоимость электроэнергии $1,5\text{ руб. за }1\text{ кВт}\cdot\text{ч}$.

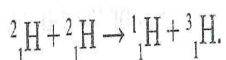
3. Отношение концентрации ионов калия внутри клетки к концентрации их во внеклеточной среде для гигантского аксона каракатицы равно $340/10,4$, а для мышечного волокна лягушки $140/2,5$ (концентрации даны в мм/л). Во сколько раз

мембранный потенциал лягушки больше, чем у каракатицы, при одинаковой температуре внешней среды?

4. За сеанс диатермии печени крупного рогатого скота в ее объеме выделилось 6 кДж теплоты. Сколько времени длилась процедура при плотности тока 4,5 мА/см? Размеры электродов $12 \times 20 \text{ см}^2$, удельное сопротивление печени 10 Ом·м, толщина печени 5 см.

5. Солнечный свет создает на поверхности кожи человека освещенность $5 \cdot 10^4$ лк. Какова светимость и яркость освещенного участка кожи, если коэффициент отражения кожи равен 0,35?

6. Вычислить энергию ядерной реакции



4. ПОДГОТОВКА К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ

Зачет. По результатам зачета студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Экзаменатор может проставить зачет без опроса или собеседования тем студентам, которые активно участвовали в семинарских занятиях. При выставлении зачета преподаватель учитывает знание фактического материала и степень активности студентов на лабораторно-практических занятиях.

Экзамен. По всем разделам курса установлен один экзамен. На экзамене от студента требуется твердое знание теоретического курса, предусмотренного программой, имеющих в нем математических выводов физических законов, ясное понимание их физической сущности, умение иллюстрировать эти законы примерами из биологии и ветеринарной лабораторной и клинической практики.

При подготовке к экзамену следует обратить внимание на вопросы для самоконтроля, приводимые в конце каждого раздела в настоящих методических указаниях. Эти вопросы ориентируют студента на наиболее важные разделы программы и могут быть заданы ему как дополнительные на экзамене.

4.1. Вопросы к зачету

1. Кинематика и динамика материальной точки. Система отсчета, скорость и ускорение. Законы Ньютона, невесомость, перегрузки и их влияние на организм животных.

2. Работа, мощность, энергия, закон изменения и сохранения импульса тела. Закон сохранения и превращения энергии.

3. Кинематика вращательного движения. Угловая скорость, угловое ускорение, связь угловых характеристик с линейными.

4. Динамика вращательного движения. Момент силы, момент инерции. Основное уравнение вращательного движения. Закон изменения и сохранения момента импульса тела.

5. Гармонические колебания и их характеристики. Уравнения смещения, скорости и ускорения.

6. Динамика колебательного движения. Маятники. Энергия колеблющейся точки.

7. Затухающие колебания, вынужденные колебания. Резонанс.

8. Волны в упругой среде, виды волн, уравнение волны, интенсивность волны.

9. Биоакустика. Уровень интенсивности. Уровень громкости.

10. Гидродинамика. Понятие об идеальной жидкости, уравнение неразрывности потока. Закон Бернулли и следствие из него.

11. Течение вязкой жидкости. Формула Ньютона. Коэффициент внутреннего трения и методы его определения. Модель сердечно-сосудистой системы.

12. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Понятие об идеальном газе, газовые процессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона.

13. Основное уравнение МКТ и следствие из него. Внутренняя энергия идеального газа.

14. Явление переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.

15. Молекулярные явления в жидкостях: явление поверхностного натяжения, коэффициент поверхностного натяжения и методы его определения.

16. Явление смачивания и несмачивания, дополнительное давление, формула Лапласа, капиллярные явления, формула Борелли-Жювена.

17. Физические основы термодинамики. Термодинамические параметры и процессы. Первое начало и работа в термодинамике и их приложение к изопроцессам.

18. Теплоемкость. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.

19. Второе начало термодинамики. Простейшая тепловая машина и ее КПД. Энтропия.

20. Живой организм как открытая термодинамическая система. Формула Пригожина.

21. Электростатика. Характеристики электрического поля. Напряженность, потенциал, разность потенциалов.

22. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации диэлектриков. Относительная диэлектрическая проницаемость вещества.

23. Законы постоянного тока. Ток в металлах. Законы Ома. Работа и мощность постоянного тока.

24. Электромагнетизм. Понятие о магнитном поле. Закон Ампера. Индукция магнитного поля.

25. Вещество в магнитном поле. Диа-, пара-, ферромагнетики. Магнитная проницаемость вещества.

26. Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность.

27. Переменный ток. Действующие значения тока и напряжения. Активное, емкостное и индуктивное сопротивления в цепях переменного тока.

28. Полное сопротивление цепи переменного тока. Мощность. Коэффициент мощности.

29. Биопотенциалы, их природа и классификация.

30. Прохождение постоянного тока через ткани организма.

31. Прохождение переменного тока через ткани живого организма.

32. Применение высокочастотных колебаний для лечебных целей: дарсонвализация, диатермия, индуктотермия, УВЧ-терапия.

33. Геометрическая оптика. Закон отражения и преломления света. Тонкие линзы. Построение изображений в линзах. Формула линзы.

34. Микроскоп, ход лучей, увеличение, предел разрешения и разрешающая способность.

35. Основы фотометрии: световой поток, сила света, освещенность, яркость, светимость.

36. Интерференция света. Условия максимума и минимума при интерференции.

37. Дифракция света, дифракционная решетка, формула дифракционной решетки.

38. Поляризация света. Законы Малюса и Брюстера.

39. Вращение плоскости поляризации оптически активными веществами. Поляриметр.

40. Дисперсия света. Виды спектров.

41. Поглощение света. Закон Бугера.

42. Тепловое излучение. Законы Стефана-Больцмана, Вина, Кирхгофа.

43. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Законы Столетова.

44. Понятие о фотохимических и фотобиологических реакциях.

45. Строение атома. Модель Резерфорда. Теория Бора. Спектральные закономерности в спектре атомоводорода.

46. Рентгеновское излучение и его виды. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.

47. Люминесценция. Виды люминесценции.

4.2. Вопросы к экзамену

1. Общий случай криволинейного движения. Кинематические характеристики: скорость и ускорение.

2. Кинематика вращательного движения материальной точки и тела по окружности: угловая скорость, линейная скорость, период, частота, угловое ускорение, нормальное и тангенциальное ускорения.

3. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета, масса тела, сила.

4. Второй закон Ньютона. Сила. Третий закон Ньютона. Закон изменения и сохранения импульса.

5. Виды энергии. Работа. Мощность. Единицы измерений.

6. Закон сохранения энергии. Кинетическая и потенциальная энергия.

7. Момент инерции материальной точки и тел. Основное уравнение динамики вращательного движения. Теорема Штейнера.

8. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа внешних сил при вращении твердого тела.

9. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

10. Закон всемирного тяготения. Вес тела. Перегрузки, невесомость.

11. Гармоническое и затухающее колебательные движения.

12. Физические характеристики звуковых волн.

13. Восприятие звука.

14. Инфразвук и ультразвук. Применение в ветеринарии.

15. Изопроцессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона.

16. Скорости движения молекул. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.

17. Понятие об идеальном газе. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа.

18. Давление, объем и температура как статистические характеристики газа.

19. Число степеней свободы. Внутренняя энергия газа.

20. Круговые процессы. Обратимый и необратимый процесс.

21. Первое и второе начало термодинамики. Цикл Карно.

22. Энергетический баланс живого организма.

23. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Законы Фика, Фурье и Ньютона.

24. Осмос, осмотическое давление. Роль осмоса в жизни животных.

25. Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения.

25. Процессы кипения, испарения и конденсации. Влажность и методы ее определения.

26. Стационарное и турбулентное течения жидкости. Линии тока. Уравнение неразрывности струи.

27. Уравнение Бернулли.

28. Вязкость. Формула Ньютона. Метод Стокса для определения Вязкости.

29. Смачивание и несмачивание. Капилляры.

30. Два рода электрических зарядов. Закон Кулона.

31. Напряженность электростатического поля. Электрическое поле и живой организм.

32. Работа перемещения заряда в электрическом поле. Потенциал.

33. Проводники в электростатическом поле. Электроемкость. Конденсаторы. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.

34. Электрический ток. Сила тока. ЭДС. Напряжение. Сопротивление и проводимость. Закон Ома для участка цепи.

35. Закон Ома для замкнутой цепи. Соединение источников тока. Работа и мощность.

36. Правила Кирхгофа.

37. Электрический ток в различных средах. Действие постоянного электрического тока на живой организм.

38. Ток в жидкостях. Электролиз. Применение электролиза.

39. Магнитное поле и его характеристики. Изображение полей с помощью линий магнитной индукции.

40. Поле кругового тока. Правило буравчика. Однородное магнитное поле.

41. Закон Ампера. Правило левой руки. Сила Лоренца.

42. Закон Био-Савара-Лапласа. Применение закона для определения напряженности.

43. Поток вектора магнитной индукции. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.

44. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца.

45. Самоиндукция. Индуктивность контура. Трансформатор.

46. Природа света. Современные воззрения на природу света. Световое давление.

47. Законы геометрической оптики. Полное отражение света.

48. Линзы. Фокус и оптическая сила линзы. Формула тонкой линзы. Микроскоп.

50. Глаз и зрение. Особенности зрения у различных животных.

51. Интерференция света. Когерентность.

52. Поляризация света. Закон Малюса.

53. Дифракция света. Дифракционная решетка.

54. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Применение фотоэффекта.

55. Тепловое излучение. Энергетическая светимость.

56. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана.

57. Строение атома. Квантовая теория строения атома по Бору.

58. Постулаты Бора.

59. Радиоактивность. Виды радиоактивного излучения. Естественная и искусственная радиоактивность.

ТАБЛИЦЫ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ

Таблица 1

Основные физические константы в СИ

Название	Символ	Значение*
Гравитационная постоянная	G	$6,670 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	c	$2,99793 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$
Постоянная Авогадро	N_A	$6,02252 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная	R	$8,31441 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
Постоянная Больцмана	k	$1,38054 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$
Постоянная Фарадея	F	$9,6487 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}$
Постоянная Планка	h	$6,62491 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Стефана-Больцмана	σ	$5,6697 \cdot 10^{-8} \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{К}^{-4}$
Постоянная Вина	b	$2,8979 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$
Заряд электрона	e	$1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Масса покоя электрона	m	$9,1091 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса покоя протона	m_p	$1,67261 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

* При решении задач числа необходимо округлять до количества знаков, требуемых условиями задачи.

Таблица 2

Приставки для обозначения десятичных кратных и дольных единиц

Название приставки	Обозначение	Коэффициент умножения, соответствующий приставке	Пример
Тера	Т	10^{12}	Тераджоуль (ТДж)
Гига	Г	10^9	Гигаом (ГОм)
Мега	М	10^6	Мегаом (МОм)
Кило	к	10^3	Километр (км)
Гекто	г	10^2	Гектоватт (гВт)
Дека	да	10	Декалитр (дал)
Деци	д	10^{-1}	Дециметр (дм)
Санتي	с	10^{-2}	Сантиметр (см)
Милли	м	10^{-3}	Миллиампер (мА)
Микро	мк	10^{-6}	Микровольт (мкВ)
Нано	н	10^{-9}	Нанометр (нм)
Пико	п	10^{-12}	Пикофарада (пФ)

Примечание. При произношении ударение не должно приходиться на приставку.

Таблица 3

Корни и натуральные логарифмы чисел от 1 до 10

N	$\sqrt{N}$	$\ln N$	N	$\sqrt{N}$	$\ln N$
1	1,000	0,000	6	2,449	1,792
2	1,414	0,693	7	2,626	1,946
3	1,732	1,099	8	2,828	2,079
4	2,000	1,386	9	3,000	2,197
5	2,236	1,609	10	3,162	2,303

Таблица 4

Некоторые часто встречающиеся числа и их логарифмы

Число	N	$\ln N$	Число	N	$\ln N$
π	3,14	0,497	$\sqrt{\pi}$	1,772	0,248
2 π	6,28	0,798	π^2	9,870	0,994
4 π	12,57	1,099	g	9,81	0,992
4/3 π	4,19	0,622	e	2,718	0,434
$\pi/2$	1,571	0,196	1/e	0,368	1,793

Таблица 5

Греческий алфавит

Обозначения букв	Название букв	Обозначение букв	Название букв
A, α	альфа	N, ν	ню
B, β	бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	гамма	Ο, ο	омикрон
Δ, δ	дельта	Π, π	пи
Ε, ε	эпсилон	Ρ, ρ	ро
Z, ζ	дзета	Σ, σ	сигма
Η, η	эта	Τ, τ	тау
Θ, θ	тэта	Υ, υ	ипсилон
I, ι	йота	Φ, φ	фи
K, κ	каппа	Χ, χ	хи
Λ, λ	лямбда	Ψ, ψ	пси
M, μ	мю	Ω, ω	омега

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Рабочая программа курса «Биофизика»	5
1.2. Рекомендуемая литература	10
2. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ.....	11
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	30
4. ПОДГОТОВКА К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ	59
4.1. Вопросы к зачету	59
4.2. Вопросы к экзамену	62
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	66

Составители: Марина Георгиевна Алешкевич

Лилия Анатольевна Митина

Искра Михайловна Дзю

БИОФИЗИКА

Методические указания
к самостоятельной работе

Редактор Т. К. Коробкова

Компьютерная верстка В. Н. Зенина

Подписано в печать 25 апреля 2018 г. Формат 60×84^{1/16}

Объем 3,6 уч.-изд. л., 4,4 усл. печ. л. Тираж 100 экз.

Изд. № 51. Заказ № 2029.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.

Тел. (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru