

Вопросы к зачету по учебной дисциплине
«Биомедицинская физика»
для студентов фармацевтического факультета

I. Теоретические вопросы

1. Гармонические колебания.
2. Вынужденные колебания. Резонанс. Энергия гармонического колебания.
3. Сложение гармонических колебаний.
4. Разложение колебаний в гармонический спектр. Теорема Фурье.
5. Механическая волна. Уравнение волны, поток энергии волны, интенсивность.
6. Отражение и поглощение акустических волн, акустический импеданс.
7. Коэффициент отражения акустических волн, показатель поглощения и его зависимость от частоты акустических волн.
8. Природа звука. Скорость звука. Физические и физиологические характеристики звука (частота, интенсивность, спектральный состав, высота, громкость, тембр).
9. Диаграмма слышимости. Порог слышимости, порог болевого ощущения, область речи.
10. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости звука, связь между ними и единицы измерения.
11. Уравнение Бернулли.
12. Вязкость жидкости. Формула Ньютона для силы трения в жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
13. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.
14. Условие неразрывности струи. Объемная и линейная скорости кровотока.
15. Вязкость воды и вязкость крови. Факторы, влияющие на вязкость движущейся крови в организме.
16. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса.
17. Роль разветвления и эластичности кровеносных сосудов в системе кровообращения. Пульсовая волна. Скорость распространения пульсовой волны.
18. Явление поверхностного натяжения. Физический смысл коэффициента поверхностного натяжения. Силы поверхностного натяжения.
19. Молекулярное давление поверхностного слоя на жидкость. Добавочное давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.
20. Явления смачивания и несмачивания, краевой угол.

21. Капиллярные явления. Подъем жидкости в капиллярных трубках.
22. Закон Гука для упругой деформации. В чём состоит физический смысл модуля упругости? Основные виды деформаций твёрдых тел.
23. Диаграмма растяжения. Каков смысл пределов пропорциональности, упругости, текучести, прочности?
24. Строение биологических мембран. Латеральная диффузия, флип-флоп, вращательная диффузия.
25. Виды пассивного транспорта веществ через мембрану.
26. Математическое описание пассивного транспорта. Электрохимический потенциал. Уравнения Теорелла, Нернста-Планка. Закон Фика. Проницаемость мембран.
27. Активный транспорт ионов. Натрий-калиевый насос.
28. Мембранные потенциалы покоя и их ионная природа.
29. Уравнение Нернста.
30. Уравнение Гольдмана-Ходжкина-Катца для потенциала покоя клетки.
31. Процессы в клетке при ее возбуждении. Воздействие раздражителя. Подпороговые стимулы и местные потенциалы.
32. Потенциал действия. Механизм его генерации, фазы и форма. Рефрактерные периоды.
33. Распространение потенциала действия по безмиелиновому аксону.
34. Распространение потенциала действия по аксону, покрытому миелиновой оболочкой.

II. Задачи

1. Коэффициент затухания равен 4 с^{-1} , а логарифмический декремент затухания – 2. Чему равна собственная частота затухающих колебаний?
2. Если скорость УЗ в воде 1500 м/с , то чему равна длина волны (в мм) ультразвука в воде при частоте 10^7 Гц ?
3. Определите коэффициент отражения ультразвуковой волны на границе раздела мышца – кость. Плотность кости 2 г/см^3 , мышцы – $1,2 \text{ г/см}^3$, скорость распространения акустических волн в кости равна 4 км/с , в мышце – $1,6 \text{ км/с}$.
4. Определите глубину нахождения инородного тела в мышечной ткани, если при ультразвуковой локации появление отраженный ультразвуковой импульс появился через 20 мкс . Скорость ультразвука в мышце 1500 м/с .
5. Для ультразвука частотой 3 МГц показатель его поглощения в мышечной ткани равен $0,7 \text{ см}^{-1}$. При какой толщине ткани интенсивность ульт-развука уменьшается вдвое?
6. Для частоты 3 МГц показатель поглощения ультразвука равен $0,7 \text{ см}^{-1}$, а для частоты 10 МГц – 7 см^{-1} . Какую частоту предпочтительно использовать для

ультразвукового исследования щитовидной железы, а какую – для исследования печени? Почему?

7. Интенсивность звука частотой 5 кГц равна 10^{-9} Вт/м². Определить уровни интенсивности и громкости этого звука.

8. Уровень интенсивности звука от некоторого источника равен 60 дБ. Чему равен суммарный уровень интенсивности звука от десяти таких источников звука при их одновременном действии?

9. Уровень громкости звука частотой 200 Гц после его прохождения через стенку понизился от 100 до 20 фон. Во сколько раз уменьшилась интенсивность звука?

10. Какой характер имеет течение жидкости в гладкой трубе при числе Рейнольдса равном 2700?

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

12. Определите линейную скорость крови в аорте радиусом 1,5 см, если длительность систолы 0,25 с, ударный объем крови 60 мл. Каков характер этого кровотока, если критическое число Рейнольдса равно 1160, а плотность крови 1050 кг/м³?

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

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

15. Подвешенное сухожилие длиной 9 см и диаметром 6 мм под действием груза массой 31,4 кг удлиняется на 1 мм. Определить модуль упругости сухожилия.

16. Мышца длиной 5 см и диаметром 4 мм сократилась на 1 мм. Какая при этом была совершена работа? Модуль Юнга для мышечной ткани считать равным 10^7 Па.

17. Определить силу, необходимую для удлинения сухожилия сечением 4 мм² на 2 % от его первоначальной длины. Модуль Юнга для сухожилия считать равным 10^9 Па.

18. Плотность потока вещества через мембрану равна $6 \cdot 10^{-4}$ М/(см²·с) при разности его концентраций на мембране 10^{-2} М/л. Чему равен коэффициент диффузии этого вещества, если толщина мембраны равна 8 нм?

19. Чему равна проницаемость клеточной мембраны для некоторого вещества, если при разнице его концентраций на мембране 140 мМ/л плотность потока его через мембрану равна 2,8 мМ/(см²·с).

20. Na⁺-K⁺ насос в плазматической мембране эритроцита совершил 8 циклов работы. Чему в сумме равно количество ионов натрия и калия, которые при этом были активно транспортированы?

21. Экспериментально установленные соотношения коэффициентов проницаемости мембраны гигантского аксона кальмара

в состоянии покоя $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0,04 : 0,45$

и в фазе деполяризации: $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 20 : 0,45$.

Во сколько раз изменяется относительная проницаемость мембраны для Na⁺?

22. Концентрация ионов K⁺ внутри и снаружи липидной мембраны составляет 10⁻³ моль/л и 10⁻⁵ моль/л соответственно. Чему равен равновесный потенциал Нернста (мВ) при t = 20 °С? (R = 8,31 Дж/ моль× К; F = 96500 Кл/моль).

23. Мембранный потенциал покоя клетки равен 72 мВ, толщина мембраны 8 нм. Чему равна напряженность электрического поля в мембране?

Зав.кафедрой медицинской и
биологической физики



М.В.Гольцев

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры протокол №4 от 26.11.2025г