

Вопросы для проведения зачета по учебной дисциплине
«Медицинская и биологическая физика»
для студентов педиатрического факультета

I. Теоретические вопросы

1. Явление поверхностного натяжения. Физический смысл коэффициента поверхностного натяжения. Силы поверхностного натяжения.
2. Добавочное давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Явления смачивания.
3. Вязкость воды и вязкость крови, значение вязкости крови в норме и пределы изменения этого показателя при патологических процессах.
4. Факторы, влияющие на вязкость движущейся крови в организме.
5. Скорость звука. Физические и физиологические характеристики звука.
6. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости звука, связь между ними и единицы измерения.
7. Диаграмма слышимости.
8. Строение биологических мембран.
9. Виды движения липидов и белков в мембране (латеральная диффузия, флип-флоп, вращательная диффузия).
10. Пассивный транспорт веществ через мембрану, его виды. Простая диффузия. Правило Овертона. Облегченная диффузия.
11. Электрохимический потенциал. Уравнение Теорелла.
12. Уравнение Нернста-Планка. Закон Фика. Проницаемость мембран.
13. Уравнение Нернста для равновесного потенциала. Полное выражения для мембранного потенциала покоя (уравнение Гольдмана - Ходжкина - Катца).
14. Генерация потенциала действия. Фазы деполяризации и реполяризации, их связь с ионными потоками через мембрану.
15. Датчики на основе металлов, зависимость сопротивления проводников от температуры, ТКС. Датчики на основе полупроводников, зависимость сопротивления полупроводников от температуры, ТКС.
16. Контактная разность потенциалов, эффект Зеебека и Пельтье. Термопара как датчик температуры, её чувствительность. Формула, определяющая термо-ЭДС для термопары.
17. Закон Эйнтховена. Стандартные отведения Эйнтховена при снятии ЭКГ.
18. Электрокардиограмма, её вид, амплитудные и временные параметры. Укажите, каким физиологическим процессам соответствуют ее основные зубцы и временные интервалы ЭКГ.
19. Морфологические структуры, определяющие омическую и емкостную составляющие импеданса биологических тканей.
20. Эквивалентная схема живой ткани. Импеданс биологической ткани, его зависимость от частоты переменного тока.
21. Определение коэффициента жизнестойкости ткани.

22. Параметры и способы подведения воздействия к пациенту при УВЧ-терапии. Назначение технического и терапевтического контуров в физиотерапевтической аппаратуре. Какие ткани лучше прогреваются в поле аппарата УВЧ?

23. Закон преломления света. Абсолютный и относительный показатель преломления.

24. Прохождение луча света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную. Предельный угол преломления.

25. Прохождение луча света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную. Явление полного внутреннего отражения света.

26. Поглощение света. Закон Бугера. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Показатель поглощения вещества.

27. Коэффициент пропускания и оптическая плотность раствора, их зависимость от концентрации раствора.

28. Поляризация электромагнитных волн. Степень поляризации.

29. Поляризация волны при отражении от диэлектрика. Закон Брюстера.

30. Явление двулучепреломления света в кристаллах. Призма Николя. Явление оптического дихроизма, принцип действия поляроидов.

31. Прохождение естественного и линейно поляризованного света через поляризатор. Закон Малюса.

32. Формула тонкой линзы. Линейное увеличение. Лупа.

33. Увеличение микроскопа. Предел разрешения и разрешающая способность оптического микроскопа. Формула Аббе.

34. Предел разрешения и разрешающая способность электронного микроскопа. Формула Аббе для электронного микроскопа.

35. Основные элементы лазерных устройств. Основные свойства лазерного излучения.

36. Дифракционная решётка. Формула дифракционной решётки. Определение длины волны лазерного излучения с помощью дифракционной решетки.

37. Рентгеновская трубка. Получение тормозного рентгеновского излучения. Коротковолновая граница тормозного рентгеновского излучения.

38. Регулировка интенсивности и жесткости рентгеновского излучения в рентгеновских аппаратах. Полный поток тормозного рентгеновского излучения.

39. Характеристическое рентгеновское излучение. Эффект Оже. Закон Мозли.

40. Первичные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом (когерентное рассеяние, фотоэффект, некогерентное рассеяние - эффект Комптона).

41. Закон ослабления потока рентгеновского излучения веществом. Линейный и массовый показатели ослабления рентгеновских лучей. Зависимость показателя поглощения рентгеновских лучей от свойств

материала и длины волны рентгеновского излучения. Слой половинного ослабления.

42. Виды радиоактивного распада.

43. Основной закон радиоактивного распада, его вывод. Постоянная радиоактивного распада, период полураспада.

44. Активность. Удельная объёмная, массовая и поверхностная активности.

45. Основные параметры взаимодействия ионизирующего излучения с веществом (линейная плотность ионизации, линейная передача энергии, средний линейный пробег).

46. Экспозиционная и поглощенная доза, мощность дозы. Единицы их измерения.

47. Относительная биологическая эффективность излучения (ОБЭ). Коэффициент качества излучения. Эквивалентная доза и ее мощность. Единицы измерения.

48. Эффективная эквивалентная доза. Коэффициент радиационного риска (взвешивающий фактор). Коллективная доза.

II. Задачи

1. Если в полностью смачиваемом капилляре диаметром 2,8 мм, погруженном в воду вертикально, вода поднялась на высоту 1 см, то чему будет равен коэффициент поверхностного натяжения воды (мН/м) ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$, $\rho_{\text{воды}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$)?

2. 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.

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

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

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

6. Интенсивность звука частотой 5 кГц равна 10^{-9} Вт/м^2 . Определить уровни интенсивности и громкости этого звука.

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

8. Уровень громкости звука частотой 1000 Гц после его прохождения через стенку понизился от 100 до 20 фон. Во сколько раз уменьшилась интенсивность звука?

9. 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?

10. 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).

11. Концентрация ионов K⁺ внутри и снаружи липидной мембраны составляет 10^{-3} моль/л и 10^{-5} моль/л. По этим данным вычислите равновесный потенциал Нернста (мВ) при $t = 20$ °С; известно, что $R = 8,31$ Дж/ моль· К, $F = 96500$ Кл/моль.

12. Потенциал покоя нерва конечности краба равен 89 мВ. Чему равна концентрация ионов K⁺ внутри нерва, если снаружи ее значение равно 12 м·(моль/л). Принять температуру равной 20°С.

13. Сопротивление железного проводника при температуре 0°С составляет 3 Ом. Чему равно сопротивление этого проводника при температуре 100°С? Температурный коэффициент сопротивления железа $0,006$ °С⁻¹.

14. Термопара с чувствительностью 20 мкВ/град используется в качестве датчика температуры. Температура одного из ее спаев стабилизирована и составляет 3°С. Второй спай находится в полости магистрального кровеносного сосуда. Определите температуру в полости, если регистрирующий цифровой вольтметр показывает разность потенциалов 0,72 мВ?

15. При разности температур спаев 400С термопара показывает ЭДС 0,8 мВ. Какова ее чувствительность?

16. Нагрев датчика с температурным коэффициентом сопротивления $0,01$ град⁻¹ и исходным сопротивлением 500 Ом приводит к увеличению его сопротивления на 20 Ом. Чему при этом равно увеличение температуры (ΔT)?

17. Частота сердечных сокращений около 1 Гц, а частотная полоса усилителя для электрокардиографии должна лежать в диапазоне 0,5–400 Гц. Почему? Ведь сердце не сокращается с частотой в сотни Гц.

18. Скорость записи ЭКГ равна 25 мм/с, протяженность интервала RR составляет 20 мм. Определите частоту сердечных сокращений (число ударов в минуту).

19. При регистрации ЭКГ амплитуда сигнала калибровки составляет 5 мм, а высота зубца R – 8 мм. Определите амплитуду напряжения этого зубца (мВ).

20. Источник переменного напряжения частоты 1 кГц замкнут последовательно соединенными активным сопротивлением 10 кОм и конденсатором емкости С. Импеданс цепи равен 20 кОм. Определить емкость конденсатора.

21. Рассчитайте удельное количество выделяющейся теплоты q_m при электротомии (рассечении) мышечной ткани, возникающее при прохождении

тока плотностью $j_m = 40 \text{ кА/м}^2$ через ткань за 1 секунду, если удельное сопротивление мышечной ткани $\rho_m = 2 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

22. Определить предельный угол преломления камфоры, если падающий из воздуха под углом 40° луч преломляется в ней под углом $24^\circ 35'$.

23. На дне сосуда, наполненного водой до высоты 10 см, помещён точечный источник света. На поверхности воды плавает круглая непрозрачная пластинка таким образом, что центр её находится над источником света. Какой наименьший радиус должна иметь пластинка, чтобы ни один луч света не мог пройти через поверхность воды? Показатель преломления воды 1,33.

24. При прохождении через слой вещества интенсивность света с длиной волны λ_1 уменьшается вследствие поглощения в 4 раза. Интенсивность света с длиной волны λ_2 по той же причине уменьшается в 3 раза. Найти толщину слоя вещества и показатель поглощения для света с длиной волны λ_2 , если для света с длиной волны λ_1 он равен $k_1 = 0,02 \text{ см}^{-1}$.

25. Коэффициент пропускания раствора $T = 0,3$. Чему равна оптическая плотность раствора.

26. Оптическая плотность раствора $D = 0,8$. Найти его коэффициент пропускания.

27. При прохождении света через слой раствора поглощается $1/3$ первоначальной световой энергии. Определить коэффициент пропускания и оптическую плотность раствора.

28. Между двумя скрещенными поляроидами размещается третий поляризатор так, что его плоскость составляет угол $\varphi = 45^\circ$ с главной плоскостью первого поляризатора. Как изменится интенсивность естественного света, проходящего через такое устройство? Поглощением света в поляризаторах пренебречь.

29. Определите концентрацию сахара в растворе, если угол поворота плоскости поляризации света $2,2^\circ$ при длине кюветы 4 см. Удельное вращение сахара для используемого излучения равно $6,6 \text{ град}\cdot\text{см}^2/\text{г}$.

30. Во сколько раз можно повысить разрешающую способность микроскопа, перейдя к фотографированию в ультразвуковых лучах ($\lambda_1 = 270 \text{ нм}$) по сравнению с фотографированием в зелёных лучах ($\lambda_2 = 550 \text{ нм}$)?

31. Каков предел разрешения микроскопа при освещении зелёным светом $\lambda = 550 \text{ нм}$ для объектива с угловой апертурой $u = 60^\circ$ и масляной иммерсией $n = 1,6$.

32. Определить длину волны лазерного излучения, если при прохождении через дифракционную решетку с периодом $c = 0,01 \text{ мм}$ интерференционный максимум излучения второго порядка наблюдается на экране под углом, синус которого составляет 0,138.

33. Какой максимальный порядок дифракции можно наблюдать с дифракционной решеткой, имеющей 600 штрихов на 1 мм и освещаемой излучением с $\lambda = 550 \text{ нм}$?

34. Найдите минимальную длину волны возникающего тормозного рентгеновского излучения, если напряжение на электронно-лучевой трубке телевизора 20 кВ.

35. Во сколько раз максимальная энергия кванта рентгеновского тормозного излучения, возникающего при напряжении на трубке 80 кВ, больше энергии фотона, соответствующего зеленому свету с длиной волны 500 нм?

36. Слой половинного ослабления монохроматического рентгеновского излучения в некотором веществе 10 мм. Определите показатель ослабления этого излучения в данном веществе.

37. Определить скорость электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей 0,01 нм.

38. Найдите минимальную длину волны возникающего тормозного рентгеновского излучения, если напряжение на электронно-лучевой трубке телевизора 20 кВ.

39. Постоянная радиоактивного распада нуклида $1,61 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$. Найти его период полураспада и среднюю продолжительность жизни.

40. За сутки активность радиоактивного препарата уменьшилась от 16 до 2 мКи. Определить период полураспада радионуклида.


41. При перевозках грузов допустимое загрязнение поверхности контейнеров α -активными нуклидами не должно превышать 10 частиц/(см²×мин). Найти допустимую активность поверхности контейнера в Ки/м².

42. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете $6,45 \times 10^{-12} \text{ А/кг}$. Врач находится в течение 5 часов в этом кабинете. Какова доза его облучения за 6 рабочих дней?

43. Однородным объектом массой 60 кг в течение 6 часов был поглощен 1 Дж энергии. Определите поглощенную дозу и ее мощность.

44. После поступления в организм радиоактивного йода эквивалентная доза его в щитовидной железе составила 8 мЗв. Определите эффективную эквивалентную дозу. Коэффициент радиационного риска для щитовидной железы $w = 0,03$.

Зав.кафедрой медицинской и
биологической физики



М.В.Гольцев

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