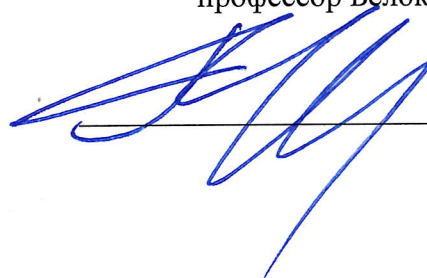


**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



---

**БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**Направление подготовки 03.04.02 «Физика»**

**Магистерская программа**

**«МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»**

### Билет № 1

1. Физика ядерного магнитного резонанса. Импульсные магнитные поля. Спиновая релаксация. Уравнения Блоха
2. Периодические процессы в биологии и медицине.
3. Чему равна энергия фотона, поглощенного ядром  $^1\text{H}$  в магнитном поле 1.5 Тл?

### Билет № 2

1. Принцип построения изображений в компьютерной томографии. КТ-числа. Электронные окна.
2. Строение молекулы воды. Роль гибридизации 2s- и 2p- орбиталей атома кислорода.
3. Эндогенный (метаболизм) СО. Колебательные постоянные молекулы  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$  в основном электронном состоянии равны  $\omega_e = 2170 \text{ см}^{-1}$ ,  $\omega_e x_e = 13,3 \text{ см}^{-1}$ . Найти частоту центра основной горячей полосы излучения с уровня  $v = 3$ .

### Билет № 3

1. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Требования к радиофармпрепаратам для целей ПЭТ. Кинетическое сканирование. Диагностические возможности ПЭТ томографии.
2. Слабая водородная связь в биологических системах.
3. Какими должны быть радиусы кривизны  $R_1 = R_2$  поверхностей линзы, чтобы она давала увеличение для нормального глаза  $\Gamma = 10$ ? Показатель преломления стекла, из которого сделана линза,  $n = 1,5$ .

### Билет № 4

1. Математическое описание формирования изображения оптической системой (в том числе, человеческого глаза).
2. Основные уравнения ферментативной кинетики (уравнение Михаэлиса-Ментен, схема Боттса-Моралеса, кооперативность).
3. Показать, что для системы, подчиняющейся закону Генри, выполняется закон Рауля.

### Билет № 5

1. Эксимерный лазер. Абляция биологических тканей. Рефракционная хирургия. Формула Мюннерлина.
2. Структура биологических мембран. Растворимость. Свободная энергия переноса. Термодинамический критерий гидрофобности и гидрофильности.
3. Эндогенный (метаболизм) СО. Колебательные постоянные молекулы  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$  в основном электронном состоянии равны  $\omega_e = 2170 \text{ см}^{-1}$ ,  $\omega_e x_e = 13,3 \text{ см}^{-1}$ . Найти частоту центра основной полосы первого обертона.

### Билет № 6

1. Фемтосекундные лазеры. Принципы ОКТ-томографии.
2. Генерация и распространение нервного импульса. Уравнение Ходжкина-Хаксли).
3. Оценить максимальный размер фоторецептора человеческого глаза, обеспечивающего, в соответствии с критерием Релея, 100% остроту зрения при фотопическом зрении: диаметр зрачка 2 мм, длина глаза 25 мм, длина волны света 0.5 мкм

### Билет № 7

1. Дискретизация и улучшение качества изображений глазного дна (изменение контрастности, выравнивание гистограммы, подавление шума, подчеркивание границ).
2. Доплер-эффект и его роль в медицинской акустике. Вывод основных соотношений.
3. Как изменится объем белка, представляющего собой  $\alpha$ -спираль длиной 45 нм и диаметром 1,1 нм, после его полной денатурации? Среднюю длину статистического сегмента принять равной 5 нм.

### Билет № 8

1. Методы восстановления изображений (линейная фильтрация Тихонова, оптимальный фильтр Виннера, критерий изопланатизма для случая глаза человека, нелинейные методы).
2. Строение нуклеиновых кислот. Структуры ДНК.
3. Определить диаметр поры при проникновении иона в липидный слой мембраны, если затраты энергии, необходимые для проникновения через пору, составляют 50 кДж/моль. Считать: радиус иона  $a = 0,1$  нм, диэлектрическая проницаемость водной поры  $\epsilon_p = 80$ , диэлектрическая проницаемость липидного бислоя  $\epsilon_l = 2$

### Билет № 9

1. Основные методы лечения злокачественных новообразований. Радиохirurgия и лучевая терапия. Основные принципы и задачи. "Доза-эффект-осложнения". Радиомодификация. Методы дистанционного и контактного облучения.
2. Флуоресцентная спектроскопия. Импульсно-лазерная флуориметрия. Метод «матричной» лазерной флуоресцентной спектроскопии. Принципы диагностики.
3. Средняя длина Молекулы ДНК, входящей в состав одной хромосомы человека составляет 4,3 см. Представим, что ДНК – статистический клубок. Определить характерный объем такого клубка и сравнить его с объемом клетки.

### Билет № 10

1. Радионуклидная терапия. Радиофармпрепараты для радионуклидной терапии. Протонная хирургия. Пик Брегга. Прямое и косвенное воздействие радиации.
2. Основные типы динамического поведения биологических систем. Автоколебания и автоволны. Метод фазовой плоскости. Понятие устойчивости. Классификация особых точек.
3. Определить равновесный угол смачивания для капли воды на поверхности листа настурции, если поверхностные свободные энергии для границ раздела лист–воздух, лист–вода и воздух–вода равны 18; 73,2 и 72 мДж/м<sup>2</sup>, соответственно.

### Билет № 11

1. ОФЭКТ и радионуклидная диагностика. Требования к радиофармпрепаратам. Методы радионуклидной диагностики. Радионуклидное сканирование.
2. Модели популяционной (демографической) динамики.
3. Рассчитайте изменение энтропии 1000 г воды в результате ее замерзания при  $-5^\circ\text{C}$ . Теплота плавления льда при  $0^\circ\text{C}$  равна 6008 Дж/моль. Теплоемкости льда и воды равны 34,7 и 75,3 Дж/(моль · К), соответственно. Объясните, почему энтропия при замерзании уменьшается, хотя процесс - самопроизвольный.

### Билет № 12

1. Основы физики лазеров. Открытый резонатор. Определение устойчивости резонатора. Типы резонаторов. Продольные и поперечные моды резонатора. Спектр лазерной генерации.
2. Как расположены молекулярные орбитали молекулы  $O_2$ ?
3. Определить среднюю мольную теплоту расширения реального газа при температуре  $T$ , если известна зависимость летучести от температуры.

### Билет № 13

1. Молекулярные лазеры. Волноводный  $CO_2$  лазер, его применение в кардиохирургии.
2. Генетический код, трансляция, посттрансляционная модификация.
3. Оцените разрешающую способность глаза, полагая диаметр зрачка  $d = 4$  мм,  $\lambda = 0.55$  мкм.

### Билет № 14

1. Цепочки перемешивания (полиады) квантовых состояний в многоатомных биомолекулах. Большие молекулы – переход от дискретной структуры энергетических уровней к квазиконтинууму.
2. Биофизика мышечного сокращения: модель скользящих нитей, уравнение Хилла.
3. Концентрация ионов (ммоль/л) между двумя сторонами клеточной мембраны в мышце лягушки имеет следующие значения: Na (120 / 9,2), K (2,5 / 140), Cl (120 / 3–4), где цифры относятся к внешней / внутренней стороне мембраны, соответственно. Определить разность потенциалов на мембране в случае пассивного транспорта каждого типа ионов.

### Билет № 15

1. Молекулярное (рэлеевское) рассеяние света. Аэрозольное рассеяние света.
2. Основные параметры вторичных структур белков.
3. Численность культуры бактерий при неограниченном питании за 5 часов увеличилась от  $2 \times 10^6$  до  $3 \times 10^8$  клеток. Каков интервал между последовательными делениями, если смертность отсутствует?

### Билет № 16

1. Столкновительное уширение спектральных линий: физика классическая и квантовая.
2. Функции, строение и физические характеристики биомембран.
3. Построить на фазовой плоскости решение системы нелинейных дифференциальных уравнений (1)  $dx/dt = x - y$ ; (2)  $dy/dt = 1 - xy$ .

### Билет № 17

1. Основы теории метаболического контроля: постулаты, теоремы, обобщения, принципиальные ограничения, альтернативные подходы.
2. Пространственное и электронное строение пептидной группы.
3. Рассчитать количество информации, закодированное последовательностью  $n$  нуклеотидов в цепи ДНК и в первичной структуре белка, состоящего из  $m$  аминокислот. Сделать оценку при  $n = 600$  и  $m = 200$ .