

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Д.А. Валишин  
" 25 "            2023 г.



## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Квантовая биология

Разработчик	кафедра медицинской физики с курсом информатики
Специальность/Направление подготовки	06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Наименование ООП	06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Квалификация	Биоинженер и биоинформатик
ФГОС ВО	Утвержден Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «12» августа 2020 г. №973

Уфа 2023

## Цель и задачи ФОМ

**Цель ФОМ** – установить уровень сформированности компетенций у обучающихся по направлению 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, изучивших дисциплину «Квантовая биология».

**Основной задачей ФОМ** дисциплины «Квантовая биология» является проверка знаний, умений и владений обучающегося согласно матрице компетенций рассматриваемого направления подготовки.

### Паспорт оценочных материалов по дисциплине «Квантовая биология»

№	Наименование пункта	Значение
1.	Специальность/Направление подготовки	06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
2.	Кафедра	Медицинской физики с курсом информатики
3.	Автор-разработчик	Преподаватель Байрамгулов Р.А.
4.	Наименование дисциплины	Квантовая биология
5.	Общая трудоемкость по учебному плану	108 ч (3 ЗЕ)
6.	Наименование папки	Фонд оценочных средств по дисциплине «Квантовая биология»
7.	Количество тестовых заданий всего по дисциплине	150
8.	Количество заданий при тестировании студента	45
9.	Из них правильных ответов должно быть (%):	
10.	Для оценки «зачтено» не менее	71 %
11.	Время тестирования (в минутах)	45
12.	Вопросы к аттестации	43
13.	Задачи	45

В результате изучения дисциплины у обучающегося формируются **следующие компетенции:**

Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1. Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
	ОПК-2.2. Владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
	ОПК-2.3. Умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
ОПК-3. Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	ОПК-3.1. Знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физико-химических методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов биологических исследований.
	ОПК-3.2. Умеет проводить экспериментальную работу с организмами и клетками; использовать физико-химические методы исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.
	ОПК-3.3. Владеет способами проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; физико-химическими методами исследования макромолекул; математическими методами обработки результатов биологических исследований.
ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования;
	ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой;
	ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам;
	ПК-1.4. Участвовать в конструировании модифицированных или новых биологических объектов;
	ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях;

	ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;
	ПК-1.7. Подготовить данные и составить отчеты исследований и разработок;
	ПК-1.8. Участвовать в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности.

### Задания

На закрытый вопрос рекомендованное время – 2 мин.

На открытое задание рекомендованное время – 4 мин.

Компетенции /индикаторы достижения компетенции	Тестовые вопросы	Правильные ответы
<b>Выберите один правильный ответ</b>		
ОПК-2 / ОПК2.1	<p>1. ПУСТЬ КВАНТОВАЯ СИСТЕМА В НАЧАЛЬНЫЙ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ ХАРАКТЕРИЗОВАЛАСЬ ТЕМ, ЧТО НЕКОТОРАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА <math>L</math> ИМЕЛА ОПРЕДЕЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ <math>L = L_n</math>. КАКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИМЕТ ЭТА ВЕЛИЧИНА <math>L</math> ПРИ КВАНТОВОМ ПЕРЕХОДЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КАКИХ-ЛИБО ПРИЧИН?</p> <p>а) <math>L = L_m</math>.</p> <p>б) <math>L = L_n</math>.</p> <p>в) неопределенное значение.</p> <p>г) примет все значения <math>\{L_i\}</math>.</p>	в
ОПК-2 / ОПК2.2	<p>2. ЧЕМУ РАВЕН МНОЖИТЕЛЬ ЛАНДЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ В S-СОСТОЯНИЯХ?</p> <p>а) <math>g = 2/3</math>.</p> <p>б) <math>g = 1</math>.</p> <p>в) <math>g = 4/3</math>.</p> <p>г) <math>g = 2</math>.</p>	г
ОПК-2 / ОПК2.3	<p>3. В ЧЕМ СУТЬ ЯВЛЕНИЙ, ИМЕЮЩИХ ОБЩЕЕ НАЗВАНИЕ - «ЭФФЕКТ ЗЕЕМАНА»?</p> <p>а) Изменение энергетических уровней атомов под действием электрического поля.</p> <p>б) Появление «сверхтонкой структуры», обусловленное взаимодействием магнитных моментов электрона и ядра.</p> <p>в) Расщепление энергетических уровней атома под влиянием внешнего магнитного поля.</p> <p>г) Расщепление энергетических уровней атома, обусловленное взаимодействием электрона с нулевыми колебаниями вакуума.</p>	в
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>4. ЧЕМУ РАВНА ВЕРОЯТНОСТЬ ПЕРЕХОДА ИЗ СОСТОЯНИЯ <math>n</math> В СОСТОЯНИЕ <math>m</math> ПРИ ВНЕЗАПНОМ «ВКЛЮЧЕНИИ» ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ?</p> <p>а) <math>\omega_{mn} =  a_{mn}^{(1)}(\tau) ^2</math>.</p> <p>б) <math>\omega_{mn} = \frac{2\pi}{h}  \langle m W n \rangle ^2 \delta(E_m - E_n)</math>.</p>	а

	<p>в) <math>\omega_{mn} =  \tilde{W}_{mn} ^2 / (\hbar\omega_{mn})^2</math>, где <math>\tilde{W}_{mn}</math> - максимальное значение взаимодействия.</p> <p>г) <math>\omega_{mn} = \frac{4}{\hbar^2\omega_{mn}^4} \left  \frac{dW_{mn}}{dt} \right ^2 \sin\left(\frac{\omega_{mn}\tau}{2}\right) / (\hbar\omega_{mn}^2)^2</math>.</p>	
ОПК-3 / ОПК-3.2	<p>5. КАКОЙ ВИД ИМЕЕТ ОПЕРАТОР ВОЗМУЩЕНИЯ, НЕ ЗАВИСЯЩЕГО ОТ ВРЕМЕНИ?</p> <p>а) <math>V(t) = \begin{cases} W = const, 0 &lt; t &lt; \tau \\ 0, t \leq 0, t \geq \tau \end{cases}</math>.</p> <p>б) <math>V(t) = V_0 \exp(-t/\tau)</math>.</p> <p>в) <math>V(t) = \begin{cases} W = const, 0 &lt; t &lt; \tau \\ V_0 \cos \omega t, 0, t \leq 0, t \geq \tau \end{cases}</math>.</p> <p>г) <math>V(t) = W \exp(i\omega t) + W^* \exp(-i\omega t)</math>.</p>	а
ПК-1 / ПК-1.2	<p>6. В КАКИХ СЛУЧАЯХ НАБЛЮДАЕТСЯ КВАДРАТИЧНЫЙ ЭФФЕКТ ШТАРКА?</p> <p>а) Под действием электрического поля в атомах с кулоновской потенциальной энергией.</p> <p>б) В сложных атомах (когда отсутствует вырождение по l) под действием электрического поля.</p> <p>в) В сильных магнитных полях, когда разрывается спин-орбитальная связь.</p> <p>г) Под действием электрического поля в атомах, имеющих сферически симметричные ядра.</p>	б
ОПК-2 / ОПК2.1	<p>7. ПОЧЕМУ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ О ПОГЛОЩЕНИИ И ИЗЛУЧЕНИИ СВЕТА ПРЕНЕБРЕГАЕТСЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ С МАГНИТНОЙ КОМПОНЕНТОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ?</p> <p>а) Потому что напряженность магнитного поля перпендикулярна напряженности электрического поля.</p> <p>б) Потому что в этом случае не учитывается спин электрона.</p> <p>в) Потому что сила Лоренца <math>\vec{F}</math> в v/c раз меньше кулоновской силы взаимодействия.</p> <p>г) Потому что рассматривается только плоская электромагнитная волна.</p>	в
ОПК-2 / ОПК2.2	<p>8. КАКИМ ОБРАЗОМ МОЖНО ВЫРАЗИТЬ МАТРИЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ОПЕРАТОРА ИМПУЛЬСА <math>\hat{p}</math> ЧЕРЕЗ МАТРИЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ОПЕРАТОРА КООРДИНАТ <math>\hat{r}</math> ?</p> <p>а) <math>\langle m   \hat{p}   n \rangle = -i\hbar \langle m   \hat{r}   n \rangle^{-1}</math>.</p> <p>б) <math>\langle m   \hat{p}   n \rangle = \frac{i\mu}{\hbar} (E_n - E_m) \langle m   \hat{r}   n \rangle</math>.</p> <p>в) Нельзя выразить, т.к. согласно соотношению неопределенностей Гейзенберга <math>\Delta p \Delta x \geq \hbar</math>.</p>	г

	г) $\langle m \hat{p} n \rangle = \mu \frac{d}{dt} (\langle m \hat{r} n \rangle)$ .	
ОПК-2 / ОПК2.3	9. КАКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ НАЗЫВАЮТ ДИПОЛЬНЫМ? а) Электромагнитное излучение, обусловленное отличным от нуля матричным элементом $\vec{d}_{mn} = e \langle m \hat{r} n \rangle$ . б) Электромагнитные волны, которые излучают диполь. в) Электромагнитные волны, излучаемые гармоническим осциллятором. г) Первая и вторая гармоники, излучаемые оптическим электроном в атоме.	а
ОПК-3 / ОПК-3.1	10. КАКИМИ ПРИЧИНАМИ ОБУСЛОВЛЕНО СПОНТАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ? а) Никакими. б) Под действием внешнего электромагнитного излучения. в) Взаимодействием с пролетающей заряженной частицей. г) Взаимодействием с нулевыми колебаниями вакуума.	г
ОПК-3 / ОПК-3.2	11. ЧЕМ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭЙНШТЕЙНА? а) Зависит только от рода веществ, излучающих и поглощающих свет. б) Плотностью энергии излучения. в) Числом квантов света. г) Температурой.	б
ПК-1 / ПК-1.2	12. МОЖНО ЛИ РАССМАТРИВАТЬ ВОЗБУЖДЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КВАНТОВЫХ СИСТЕМ КАК СТРОГО СТАЦИОНАРНОЕ СОСТОЯНИЕ? а) Да, потому что квантовая система в возбужденном состоянии может находиться очень долго. б) Да, потому что в это время на квантовую систему не действует возмущение, зависящее от времени. в) Нет, т.к. возможен спонтанный переход в более низкие энергетические состояния. г) Нет, т.к. из-за взаимодействия электрона с нулевыми колебаниями вакуума в принципе невозможны стационарные состояния.	в
ОПК-2 / ОПК2.1	13. ЧЕМ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ВРЕМЯ ЖИЗНИ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ АТОМА? а) Числом атомов, составляющих квантовую систему. б) Числом атомов, находящихся в возбужденном состоянии. в) Коэффициентом Эйнштейна $B_m^n$ для индуцированного излучения. г) 4) Коэффициентом Эйнштейна $A_m^n$ для спонтанного излучения.	а
ОПК-2 / ОПК2.2	14. ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ДИАГОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАТРИЦЫ ДИПОЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОМЕНТА? а) Вероятность дипольного излучения.	в

	б) Средний электрический момент атома в $n$ -состоянии. в) Фурье-компоненту электрического дипольного момента атома. г) Вероятность перехода системы на $n$ -энергетический уровень.	
ОПК-2 / ОПК2.3	15. В ЧЕМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ ПРИНЦИП СООТВЕТСТВИЯ БОРА? а) Квантовая система поглощает и излучает как совокупность классических гармонических осцилляторов с компонентами Фурье электрического момента, равными $\vec{d} \exp(i\omega_{mn}t)$ . б) Классически движущаяся частица в отношении излучаемого ею поля может быть представлена однородной последовательностью гармонически колеблющихся диполей. в) В классической и квантовой механике дипольные моменты связаны соотношением $ D_k ^2 = 2 d_{mn} ^2$ . г) Классическая теория есть предельный случай квантовой теории при $\hbar \rightarrow 0$ .	б
ОПК-3 / ОПК-3.1	16. ЧЕМУ РАВНА ЧАСТОТА ДИПОЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА? а) $\omega_{n,n-1} = 2\omega_0$ . б) $\omega_{n,n-1} = \omega_0$ . в) $\omega_{n,n-1} = n\omega_0$ . г) $\omega_{n,n-1} = (n-1)\omega_0$ .	г
ОПК-3 / ОПК-3.2	17. КАК ИЗМЕНЯЕТСЯ ЧЕТНОСТЬ ВОЛНОВЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ДИПОЛЬНОМ ИЗЛУЧЕНИИ ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА? а) Четные переходят в четные, а нечетные - в функции общего вида. б) Четность сохраняется. в) Четные - в нечетные, нечетные - в четные. г) Четные и нечетные функции переходят в функции общего вида.	б
ПК-1 / ПК-1.2	18. НАПИШИТЕ ПРАВИЛА ОТБОРА ДЛЯ МАГНИТНОГО КВАНТОВОГО ЧИСЛА $m$ ПРИ ДИПОЛЬНОМ ИЗЛУЧЕНИИ ВОДОРОДОПОДОБНОГО АТОМА?  $\Delta m = 0, \pm 1$ а) .  $\Delta m = 0, \pm 1, \pm 2$ б) . в) $\Delta m = \pm 1$ . г) $\Delta m = 0$ .	в
ОПК-2 / ОПК2.1	19. КАК ИЗМЕНЯЕТСЯ ЧЕТНОСТЬ КВАНТОВЫХ СОСТОЯНИЙ ПРИ КВАДРУПОЛЬНОМ ИЗЛУЧЕНИИ ВОДОРОДОПОДОБНОГО АТОМА?	а



	<p>а) Четные состояния переходят в нечетные, нечетные - в четные.</p> <p>б) Четные и нечетные состояния переходят в состояния с неопределенной четностью.</p> <p>в) Все состояния становятся четными.</p> <p>г) Четность квантовых состояний сохраняется.</p>	
ОПК-2 / ОПК2.2	<p>20. КАКОЙ АНСАМБЛЬ МОЛЕКУЛ ИЛИ АТОМОВ ИМЕЕТ ИНВЕРСНУЮ НАСЕЛЕННОСТЬ?</p> <p>а) Ансамбль атомов или молекул, для которых населенность верхних уровней была бы меньше нижних.</p> <p>б) Ансамбль, в котором населенность нижних уровней была бы меньше верхних.</p> <p>в) Ансамбль, в котором населенность верхних и нижних уровней одинакова.</p> <p>г) Ансамбль, в котором населенность верхних и нижних уровней меняется при инверсии координат.</p>	в
ОПК-2 / ОПК2.3	<p>21. В ЧЕМ СУТЬ ЯВЛЕНИЙ, ИМЕЮЩИХ ОБЩЕЕ НАЗВАНИЕ - «ЭФФЕКТ ЗЕЕМАНА»?</p> <p>а) Изменение энергетических уровней атомов под действием электрического поля.</p> <p>б) Расщепление энергетических уровней атома, обусловленное взаимодействием электрона с нулевыми колебаниями вакуума.</p> <p>в) Смещение энергетических уровней атома под влиянием внешнего магнитного поля.</p> <p>г) Появление «сверхтонкой структуры», обусловленное взаимодействием магнитных моментов электрона и ядра.</p>	б
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>22. ЧЕМУ РАВЕН МНОЖИТЕЛЬ ЛАНДЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ В S-СОСТОЯНИЯХ?</p> <p>а) <math>g = 2/3</math>.</p> <p>б) <math>g = 2</math>.</p> <p>в) <math>g = 4/3</math>.</p> <p>г) <math>g = 1</math>.</p>	б
ОПК-3 / ОПК-3.2	<p>23. В КАКОМ СЛУЧАЕ ВОЗНИКАЕТ ЭФФЕКТ ПАШЕНА-БАКА?</p> <p>а) В сильном электрическом поле, когда разрывается L-S связь.</p> <p>б) В слабых магнитных полях, когда суммарный спин равен нулю.</p> <p>в) В сильных магнитных полях, когда суммарный спин равен нулю.</p> <p>г) В сильных магнитных полях, когда разрывается L-S связь.</p>	г
ПК-1 / ПК-1.2	<p>24. В КАКИХ СЛУЧАЯХ НАБЛЮДАЕТСЯ КВАДРАТИЧНЫЙ ЭФФЕКТ ШТАРКА?</p> <p>а) Под действием электрического поля в атомах с кулоновской потенциальной энергией.</p> <p>б) В сильных магнитных полях, когда разрывается спин-орбитальная связь.</p>	б

	<p>в) В сложных атомах (когда отсутствует вырождение по под действием электрического поля.</p> <p>г) Под действием электрического поля в атомах, имеющих сферически симметричные ядра.</p>	
ОПК-2 / ОПК2.1	<p>25. КАКИЕ ИЗ ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ АТОМОВ НЕ ОТНОСЯТСЯ К ГЕЛИЕПОДОБНЫМ АТОМАМ?</p> <p>а) <math>\text{Li}^+</math>.</p> <p>б) <math>\text{Be}^{++}</math>.</p> <p>в) <math>\text{Na}^{+++}</math>.</p> <p>г) <math>\text{C}^{+++}</math>.</p>	а
ОПК-2 / ОПК2.3	<p>26. ЗВУК ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ:</p> <p>а) механические волны с частотой менее 20 Гц</p> <p>б) механические волны с частотами от 20 Гц до 20 кГц</p> <p>в) механические волны с частотой более 20 кГц</p> <p>г) электромагнитные волны с частотой от 20 Гц до 20 кГц</p>	б
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>27. ПОРОГОМ СЛЫШИМОСТИ НАЗЫВАЕТСЯ:</p> <p>а) минимальная частота воспринимаемых звуков</p> <p>б) максимальная частота воспринимаемых звуков</p> <p>в) минимальная воспринимаемая интенсивность звуков</p> <p>г) максимальная воспринимаемая интенсивность звуков</p>	в
ОПК-3 / ОПК-3.2	<p>28. К ОБЪЕКТИВНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЗВУКА, ВОСПРИНИМАЕМЫМ ЧЕЛОВЕКОМ, ОТНОСЯТСЯ:</p> <p>а) громкость, частота, тембр</p> <p>б) частота, интенсивность, акустический спектр</p> <p>в) акустический спектр, акустическое давление, высота</p> <p>г) тембр, амплитуда звука, высота</p>	б
ПК-1 / ПК-1.2	<p>29. ТОЧКА «НАИЛУЧШЕГО» ЗРЕНИЯ РАСПОЛАГАЕТСЯ ОТ ГЛАЗА НА РАССТОЯНИИ</p> <p>а) около 100 м</p> <p>б) 25 см</p> <p>в) 8-9 см</p> <p>г) в переднем фокусе глаза</p>	б
ОПК-2 / ОПК2.1	<p>30. КАКИЕ ИЗ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЯВЛЯЮТСЯ АКУСТИЧЕСКИМИ?</p> <p>а) перкуссия, аускультация, фонокардиография</p> <p>б) рентгеновская томография</p> <p>в) флюорография</p> <p>г) реография</p>	а
ОПК-2 / ОПК2.2	<p>31. ЖИДКОСТИ, КОЭФФИЦИЕНТ ВЯЗКОСТИ КОТОРЫХ ЗАВИСИТ ОТ РЕЖИМА ИХ ТЕЧЕНИЯ, НАЗЫВАЮТСЯ:</p> <p>а) ньютоновскими</p> <p>б) неньютоновскими</p> <p>в) идеальными</p> <p>г) таких жидкостей в природе не существует</p>	б
ОПК-2 / ОПК2.3	<p>32. ВЯЗКОСТЬЮ ЖИДКОСТИ НАЗЫВАЕТСЯ ЕЁ СПОСОБНОСТЬ:</p> <p>а) к текучести</p>	в

	б) образовывать капли на поверхности твёрдых тел в) оказывать сопротивление взаимному смещению слоёв г) смачивать стенки сосуда	
ОПК-3 / ОПК-3.1	33. ПРИ ЛАМИНАРНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ: а) слои жидкости не перемешиваются, течение не сопровождается характерными акустическими шумами б) слои жидкости не перемешиваются, течение сопровождается характерными акустическими шумами в) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение не сопровождается характерными акустическими шумами г) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение сопровождается характерными акустическими шумами	а
ОПК-3 / ОПК-3.2	34. ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ: а) слои жидкости не перемешиваются, течение не сопровождается характерными акустическими шумами б) слои жидкости не перемешиваются, течение сопровождается характерными акустическими шумами в) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение не сопровождается характерными акустическими шумами г) слои жидкости перемешиваются, образуя завихрения; течение сопровождается характерными акустическими шумами	в
ПК-1 / ПК-1.2	35. СИЛА $F=6\pi\eta Rv$ ( $R$ – РАДИУС СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА, ДВИЖУЩЕГОСЯ В ЖИДКОСТИ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ВЯЗКОСТИ $\eta$ СО СКОРОСТЬЮ $v$ ) ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВОЙ: а) метода капиллярного вискозиметра б) метода Стокса в) метода отрыва капель г) ротационный метод	б
ОПК-2 / ОПК2.1	36. ПО СВОЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ СВЕТ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ: а) ионизирующее электромагнитное излучение б) электромагнитные волны, воспринимаемые органами зрения человека в) поток фотонов, воспринимаемых органами зрения человека г) свет имеет двойственную природу – это и поток фотонов и электромагнитные волны	г
ОПК-2 / ОПК2.2	37. ГРАНИЦА ТЕМНОГО И СВЕТЛОГО СЕКТОРОВ, НАБЛЮДАЕМАЯ В РЕФРАКТОМЕТРЕ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОГЛОЩАЮЩИХ РАСТВОРОВ, СООТВЕТСТВУЕТ: а) предельному углу падения б) предельному углу преломления в) предельному углу полного внутреннего отражения г) нет правильного ответа	в

<i>Дополните</i>		
ОПК-2 / ОПК2.3	38. Частицы, волновые функции которых меняют знак при инверсии пространства описываются ... волновыми функциями.	антисимметричными
ОПК-3 / ОПК-3.1	39. Квантовые системы, состоящих из одинаковых частиц полностью идентичны. Это означает, что в одинаковом ... их невозможно различить никаким образом.	состоянии
ОПК-3 / ОПК-3.2	40. Состояния гелиеподобного атома, в котором спины электронов параллельны называют ....	ортосостояниями
ПК-1 / ПК-1.2	41. Обменная энергия — это часть энергии взаимодействия электронов, существенно связанная с корреляцией в движении электронов и связано с неразличимостью электронов (принцип ...)	тождественности
ОПК-2 / ОПК2.1	42. Гелий в нормальном состоянии описывается волновой функцией, являющейся .... парасостояний и ортосостояний.	суперпозицией
ОПК-2 / ОПК2.2	43. Наиболее принципиальным недостатком прямого вариационного метода является то, что трудно оценить ... вычислений.	погрешности
ОПК-2 / ОПК2.3	44. В основе метода Хартри-Фока лежат представления о том, что при исследовании системы, состоящей из многих частиц, необходимо пользоваться ... полем, создаваемом электронами.	средним
ОПК-3 / ОПК-3.1	45. Статистические методы расчета в приближении Томсона-Ферми используются при нахождении ... $\varphi(r)$ электростатического поля, создаваемого электронами.	потенциала
ОПК-3 / ОПК-3.2	46. Условие ... распределения электронов в методе Томсона-Ферми есть решение уравнения Пуассона $\nabla^2\varphi = 4\pi n(\vec{r})$ .	непрерывного
ПК-1 / ПК-1.2	47. Элементы редких земель и лантаноиды характерны тем, что у них не заполнены ...-оболочки, хотя внешний слой $(6s)^2$ заполнен и поэтому они обладают почти одинаковыми химическими свойствами.	f
ОПК-2 / ОПК2.1	48. В молекуле KCl реализуется ... связь.	ионная
ОПК-2 / ОПК2.2	49. Силы Ван-дер-Ваальса обусловлены диполь—... взаимодействием электронных оболочек атомов.	дипольным
ОПК-2 /	50. Т.к. при больших значениях квантовых чисел k и l	энерге

ОПК2.3	(характеризующих, соответственно, колебательные и вращательные спектры) молекула распадается либо из-за больших амплитуд колебаний ( $k \rightarrow \infty$ ), либо из-за громадных центробежных сил ( $l \rightarrow \infty$ ), то для молекулы существует лишь конечное число дискретных ... уровней	тических
ОПК-3 / ОПК-3.1	51. Уравнения $E = \hbar\omega$ , $p = \hbar k$ являются уравнениями квантовой теории ...	света
ОПК-3 / ОПК-3.2	52. Числовое значение граничной частоты света при ... определяется работой выхода электрона из металла.	фотоэффекте
ПК-1 / ПК-1.2	53. Масса покоя фотона равна ....	нулю
ОПК-2 / ОПК2.1	54. Эффект Комптона состоит в изменении частоты излучения при его рассеянии на ... электронах.	свободных
ОПК-2 / ОПК2.2	55. Эффект Комптона удается наблюдать в опытах с ... излучением.	рентгеновским
ОПК-2 / ОПК2.3	56. Изменение длины волны в эффекте Комптона имеет порядок сотых долей ....	ангстрема
ОПК-3 / ОПК-3.1	57. Для теоретического вывода закона излучения черного тела было сделано предположение, что атом (осциллятор) может обладать ... набором энергий.	дискретным
ОПК-3 / ОПК-3.2	58. Распределение энергии по спектру излучения черного тела описывается формулой ...	Планка
ПК-1 / ПК-1.2	59. Волны де-Бройля являются волнами ...	вероятности
ОПК-2 / ОПК2.1	60. Волны де-Бройля описывают ... свойства частиц.	волновые
ОПК-2 / ОПК2.2	61. Групповая скорость волны де-Бройля равна скорости ....	частицы
ОПК-2 / ОПК2.3	62. Соотношение неопределенностей является математическим выражением наличия у частиц ... - волновых свойств.	корпускулярно
ОПК-3 / ОПК-3.1	63. Дэвидсон и Джермер наблюдали отражение электронного пучка от поверхности ... никеля.	кристалла
ОПК-3 / ОПК-3.2	64. Опыты Резерфорда позволяют заключить, что положительный заряд атома сосредоточен в области порядка около одной ... доли ангстрема.	стотысячной
ПК-1 / ПК-1.2	65. Бор создал теорию атома, основанную на ... модели и квантовых представлениях.	планетарной
ОПК-2 / ОПК2.1	66. Изотопический сдвиг спектральных линий у лёгких элементов обусловлен тем, что у ... различается масса ядра.	изотопов
ОПК-2 / ОПК2.2	67. Увеличение зарядового числа водородоподобного атома (иона) приводит к смещению уровней энергии ...	вниз

ОПК-2 / ОПК2.3	68. Опыты Франка-Герца дали прямое экспериментальное доказательство ... атомных состояний.	дискретности
ОПК-3 / ОПК-3.1	69. С уменьшением ширины бесконечно глубокой потенциальной ямы уровни энергии смещаются ...	вверх
ОПК-3 / ОПК-3.2	70. Частица может пройти сквозь прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины с достаточно высокой вероятностью, если ширина барьера ... длины волны де-Бройля.	меньше
ПК-1 / ПК-1.2	71. Энергия линейного гармонического осциллятора в ... состоянии равна $(1/2) h\omega_0$ .	основном
ОПК-2 / ОПК2.1	72. Для ...-состояния электрона водородоподобного атома волновая функция не зависит от сферических углов (вставьте букву).	s
ОПК-2 / ОПК2.2	73. Для s-состояния электрона водородоподобного атома орбитальный момент импульса равен ....	нулю
ОПК-2 / ОПК2.3	74. Спин электрона равен (в долях $\hbar$ ) ...	1/2
ОПК-3 / ОПК-3.1	75. Опыты Штерна и Герлаха подтвердили наличие спина у ...	электрона
ОПК-3 / ОПК-3.2	76. Появление ... (дублетной) структуры спектра связано с спиновым и орбитальным движением электрона.	тонкой
ПК-1 / ПК-1.2	77. Эффект Зеемана связан с расщеплением спектральных линий в ... поле.	магнитном
ОПК-2 / ОПК2.1	78. ... связь между атомами обусловлена обобществлением электронов, образующих электронный газ.	Ковалентная
ОПК-2 / ОПК2.2	79. Расстояния между вращательными уровнями энергии молекулы имеют порядок ... эВ.	десяти
ОПК-2 / ОПК2.3	80. У диэлектриков (полупроводников) энергия Ферми приходится на ... зону между валентной зоной и зоной проводимости.	запрещенную
ОПК-3 / ОПК-3.1	81. Адиабатическое включение взаимодействия происходит, если изменение энергии взаимодействия за время одного периода колебаний в атомной системе ... по сравнению с абсолютной величиной разности энергии соответствующих состояний.	мало
ОПК-3 / ОПК-3.2	82. Фонон — это квант энергии ... волны.	звуковой
ПК-1 / ПК-1.2	83. Доплеровское уширение спектральных линий обусловлено хаотическим ... движением атомов.	тепловым
ОПК-2 / ОПК2.1	84. Среда обладает инверсной населенностью, если населенность верхнего уровня ... населенности нижнего уровня.	большее
ОПК-2 / ОПК2.2	85. В рубиновом лазере инверсная населенность создается с помощью ... накачки	оптической

ОПК-2 / ОПК2.3	86. Модовая структура спектра излучения лазера обусловлена свойствами ... среды.	активной
ОПК-3 / ОПК-3.1	87. Вероятность перехода под действием ... возмущения зависит от времени действия возмущения таким образом, что имеет острый пик при $T \rightarrow \infty$ шириной $\sim 2\pi/T$ вблизи $\omega = 0$ .	постоянного
<b>Вставьте пропущенное слово</b>		
ПК-1 / ПК-1.2	88. С помощью волновой функции $\Psi$ , входящей в уравнение Шредингера, можно определить... обнаружения частицы в различных точках пространства	вероятность
ОПК-2 / ОПК2.1	89. Время, в течение которого распадается половина радиоактивных атомов, называется периодом ...	полураспада
ОПК-2 / ОПК2.2	90. Тонкая (дублетная) структура энергетических уровней атомов связана со снятием вырождения по квантовому числу ... (вставьте букву).	j
ОПК-2 / ОПК2.3	91. Для стоксовых компонент комбинационного рассеяния света длина волны ... падающей.	большее
ОПК-3 / ОПК-3.1	92. Формула оператора ... энергии (в системе Хартри для одного электрона) есть $-\frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right) + V(r).$	полной
ОПК-3 / ОПК-3.2	93. Число членов в нерелятивистском гамильтониане для атома гелия при неподвижном ядре равно...	5
ПК-1 / ПК-1.2	94. Число членов в нерелятивистском гамильтониане для атома лития при неподвижном ядре равно ...	9
ОПК-2 / ОПК2.1	95. При решении квантово-механической задачи вариационным методом минимизируется ... электронная энергия.	полная
ОПК-2 / ОПК2.2	96. Между молекулами воды образуется ..... вид связи	водородный
ОПК-2 / ОПК2.3	97. Различают четыре вида связей между молекулами: ковалентную, ионную, ... и водородную.	металлическую
ОПК-3 / ОПК-3.1	98. Если $\{E_i\}$ — набор собственных значений гамильтониана $H$ в уравнении $H\Psi_i = E_i\Psi_i$ , то: $E_i$ - ... системы в $i$ -состоянии.	энергия
ОПК-2 / ОПК2.1	99. Цепь радиационно-химических превращений, приводящая к образованию свободных радикалов, называется .....	радиолизом
ОПК-2 / ОПК2.2	100. Для решения уравнения Шредингера для многоэлектронных атомов используется метод молекулярных орбиталей - ... (вставьте аббревиатуру).	ЛКАО
ОПК-2 /	101. Атомные орбитали заполняются электронами в	Клечк

ОПК2.3	порядке возрастания суммы $(n+l)$ ; если сумма $(n+l)$ для двух или более состояний одинакова, то в первую очередь заполняется та орбиталь, где больше значение $l$ или меньше $n$ . Данное утверждение носит название правила ...	овског о.
ОПК-3 / ОПК-3.1	102. Формула оператора ... вдоль оси (в системе Хартри для одного электрона) есть $p_x = -i \frac{\partial}{\partial x}$ .	импульса
ОПК-3 / ОПК-3.2	103. Спектр характеристического рентгеновского излучения имеет ..... вид	линейчатый
ПК-1 / ПК-1.2	104. Выражение для члена в гамильтониане, который описывает ... энергию $N$ электронов есть $-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \nabla_i^2$ .	кинетическую
ОПК-2 / ОПК2.1	105. Электроны располагаются на одинаковых орбиталях таким образом, чтобы суммарный спин был максимален. Данное утверждение носит название принципа ...	Паули
ОПК-2 / ОПК2.2	106. В атоме не может быть даже двух электронов, у которых все четыре квантовых числа одинаковы. Данное утверждение носит название правила ...	Хунда
ОПК-2 / ОПК2.3	107. Ядерно-магнитным резонансом называют явление избирательного поглощения электромагнитных волн ... ядрами, находящимися в магнитном поле.	магнитными
ОПК-3 / ОПК-3.1	108. Число энергетических подуровней ядра атома определяется ... ядра.	спином
ОПК-2 / ОПК2.3	109. Физический смысл первой производной – производная функции $y=f(x)$ по аргументу $x$ есть мгновенная ..... изменения функции $y=f(x)$	скорость
ОПК-3 / ОПК-3.1	110. Производная произведения двух дифференцируемых функций равна сумме произведений второй функции на производную первой и первой функции на производную ... функции.	второй
ОПК-3 / ОПК-3.2	111. Химический сдвиг зависит от величины внешнего магнитного поля, поскольку ... магнитное поле пропорционально внешнему полю.	локальное
ПК-1 / ПК-1.2	112. Ширина резонансной линии определяется химическим ....	сдвигом
ОПК-2 / ОПК2.1	113. Основным уравнением нерелятивистской квантовой механики, позволяющим определить вид волновой функции микрочастицы в заданном силовом поле, является уравнение ...	Шредингера
ОПК-2 / ОПК2.2	114. Волновую функцию, удовлетворяющую волновому уравнению Шредингера в представлении ... можно	взаимодействия



	<p>представить в виде: <math>\phi(\xi, t) = \sum_k a_k(t) \phi_k(\xi) \exp(-iE_k t / \hbar)</math>,</p> <p>где <math>E_k</math> и <math>\phi_k(\xi)</math> соответственно собственные значения и собственные волновые функции невозмущенной задачи. Если квантовая система до «включения» взаимодействия в это время находилась в состоянии с энергией <math>E_n</math>, то коэффициенты разложения <math>a_k(t)</math> равны <math>\delta_{kn}</math>.</p>	
ОПК-3 / ОПК-3.2	115. Гармоническими называют колебания, совершающиеся по ... закону.	синусоидальному
ПК-1 / ПК-1.2	116. Методом Стокса измеряют коэффициент ... жидкостей.	вязкости
ОПК-2 / ОПК2.1	117. Оптическая сила измеряется в ...	диоптриях
ОПК-2 / ОПК2.2	118. Величина, обратная фокусному расстоянию называется оптической ... линзы.	силой
ОПК-2 / ОПК2.3	119. Разность потенциалов в вершинах треугольника Эйнтховена пропорциональна ... между стороной треугольника и плечом диполя.	углу
ОПК-3 / ОПК-3.1	120. Электрокардиография (ЭКГ) – это регистрация ..., возникающих в сердечной мышце при её возбуждении.	биопотенциалов
ОПК-2 / ОПК2.3	121. Тела, не проводящие электрический ток, называют ...	диэлектриками
ОПК-3 / ОПК-3.1	122. Система из двух точечных электродов, находящихся в слабопроводящей среде при постоянной разности потенциалов между ними, называется токовым ...	диполем
ОПК-3 / ОПК-3.2	123. Величину $p_m = I \cdot S$ называют ... моментом контура с током.	магнитным
ПК-1 / ПК-1.2	124. Постоянный ток используют в лечебной практике для введения лекарственных веществ через кожу или слизистые оболочки. Этот метод называется ...	электрофорез
ОПК-2 / ОПК2.1	125. Время, в течении которого распадается половина радиоактивных ядер, называется периодом ...	полураспада
ОПК-2 / ОПК2.2	126. При каких колебаниях наблюдается явление резонанса?	вынужденных
ОПК-3 / ОПК-3.2	127. Используя какое оптическое явление можно измерить длину волны лазерного излучения?	дифракцию
ПК-1 / ПК-1.2	128. Какой закон описывает изменение интенсивности поляризованного света от угла поворота плоскости анализатора?	Малюса
ОПК-2 /	129. Какой закон описывает зависимость степени	Бугера

ОПК2.1	поглощения света от толщины вещества?	
ОПК-2 / ОПК2.2	130. Какое явление описывает закон Бугера?	поглощение света веществом
ОПК-2 / ОПК2.3	131. Каким является спектр белого света?	сплошным
ОПК-3 / ОПК-3.1	132. Закон Вебера-Фехнера: если увеличивать раздражение в ... прогрессии, то ощущение этого раздражения возрастает в арифметической прогрессии.	геометрической
ОПК-2 / ОПК2.3	133. Ультразвуком называют механические колебания и волны, частоты которых более ... кГц.	20
ОПК-3 / ОПК-3.1	134. Регистрируемая при снятии ЭКГ величина представляет собой переменное	напряжение
ОПК-3 / ОПК-3.2	135. Носителями тока в металлах являются ...	электроны
ПК-1 / ПК-1.2	136. Носителями тока в электролитах являются ...	ионы
ОПК-2 / ОПК2.1	137. Проводимость биологических тканей является ...	ионной
ОПК-2 / ОПК2.2	138. Датчики - устройства, которые преобразуют неэлектрические величины в ...	электрические
ОПК-3 / ОПК-3.2	139. Тело, коэффициент которого равен единице для всех частот, называют ...	черным
ПК-1 / ПК-1.2	140. Тело, коэффициент поглощения которого меньше единицы и не зависит от длины волны света, падающего на него, называют ....	серым
ОПК-2 / ОПК2.1	141. Единицей светового потока является ...	люмен
ОПК-2 / ОПК2.2	142. Изотопами называются химические элементы, атомы которых имеют одинаковое число...	нейтронов
ОПК-2 / ОПК2.3	143. Единица активности в СИ	беккерель
ОПК-3 / ОПК-3.1	144. Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной приблизительно от ... до $10^{-5}$ нм.	80
ОПК-2 / ОПК2.3	145. Устройства для измерения доз ионизирующих излучений называют ...	дозиметрами
ОПК-3 / ОПК-3.1	146. Фиксация видимого изображения, возникающего на люминесцентном экране под воздействием рентгеновского излучения, называется ...	флюорографией
ОПК-3 / ОПК-3.2	147. Периодом колебаний называется величина, равная времени, в течение которого совершается одно ...	колебание

ПК-1 / ПК-1.2	148. Единица измерения динамической вязкости в системе СИ является ...	Па·с
ОПК-2 / ОПК2.1	149. С увеличением температуры вязкость жидкости:	уменьшается
ОПК-2 / ОПК2.2	150. $Q = \frac{\pi R^4}{8\eta} \frac{p_1 - p_2}{l}$ Эта зависимость известна под названием формулы...	Пуазейля

## Вопросы для проверки теоретических знаний по дисциплине

Компетенции /индикаторы достижения компетенции	Вопросы к зачету по дисциплине «Квантовая биология»
ОПК-3 / ОПК-3.2	1. Теория возмущений в стационарных состояниях с дискретным спектром.
ПК-1 / ПК-1.2	2. Теория возмущений при наличии вырождения.
ОПК-2 / ОПК2.1	3. Теория квантовых переходов. Общее выражение для вероятности перехода из одного состояния в другое.
ОПК-2 / ОПК2.2	4. Адиабатическое и внезапное включение взаимодействия.
ОПК-2 / ОПК2.3	5. Вероятность переходов под влиянием возмущений, зависящих от времени.
ОПК-3 / ОПК-3.1	6. Вероятность перехода в единицу времени. Переходы в случае непрерывного спектра. Переходы под действием периодического возмущения.
ОПК-2 / ОПК2.3	7. Поглощение и излучение света. Вероятность перехода.
ОПК-3 / ОПК-3.1	8. Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.
ОПК-3 / ОПК-3.2	9. Понятие о квантовой радиофизике. Лазеры и мазеры.
ПК-1 / ПК-1.2	10. Принцип соответствия. Вероятность спонтанных и вынужденных переходов. Интенсивность излучения.
ОПК-2 / ОПК2.1	11. Правила отбора. Правила отбора осциллятора. Интенсивность излучения.
ОПК-2 / ОПК2.2	12. Правила отбора для оптического электрона в водородоподобном атоме.
ОПК-3 / ОПК-3.2	13. Элементарные частицы в квантовой механике. Уравнение Клейна-Гордона. Релятивистские уравнения с нулевым спином.
ПК-1 / ПК-1.2	14. Релятивистское уравнение Дирака.
ОПК-2 / ОПК2.1	15. Решение уравнения Дирака для свободной частицы.
ОПК-2 / ОПК2.2	16. Состояние с отрицательной энергией. Понятие об электрон-позитронном вакууме. Частицы и античастицы.
ОПК-2 /	17. Момент количества движения электрона в теории Дирака. Спин.

ОПК2.3	Полный момент количества движения.
ОПК-3 / ОПК-3.1	18. Релятивистские поправки к движению электрона в электромагнитном поле. Уравнение Паули. Спиновый магнитный момент.
ОПК-2 / ОПК2.3	19. Спин-орбитальное взаимодействие.
ОПК-3 / ОПК-3.1	20. Атом водорода с учетом спина электрона. Энергетические уровни. Правила отбора с учетом спина электрона. Тонкая структура атома водорода. Лэмбовский сдвиг. Сверхтонкая структура.
ОПК-3 / ОПК-3.2	21. Ковариантная форма уравнения Дирака.
ПК-1 / ПК-1.2	22. Зарядовое сопряжение. Частицы и античастицы.
ОПК-2 / ОПК2.1	23. Уравнения Дирака для частицы с нулевой массой покоя. Нейтрино. Спиральность. Инвариантность нейтрино относительно комбинированной инверсии. СРТ-инвариантность.
ОПК-2 / ОПК2.2	24. Атом во внешнем магнитном поле. Аномальный и нормальный эффекты Зеемана.
ОПК-3 / ОПК-3.2	25. Эффект Пашена-Бака.
ПК-1 / ПК-1.2	26. Эффект Штарка.
ОПК-2 / ОПК2.1	27. Квантовые системы, состоящие из одинаковых частиц. Уравнение Шредингера для системы частиц. Принцип тождественности микрочастиц. Оператор перестановок. Системы бозе-частиц и ферми частиц. Принцип Паули.
ОПК-2 / ОПК2.2	28. Волновые функции для системы частиц, ферми и бозе частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Схема Юнга.
ОПК-2 / ОПК2.3	29. Теория основного состояния атомов с двумя электронами.
ОПК-3 / ОПК-3.1	30. Возбужденные состояния атома гелия. Пара и ортогелий. Обменная энергия. Обменное взаимодействие.
ОПК-2 / ОПК2.3	31. Вариационные методы. Методы Хартри-Фока.
ОПК-3 / ОПК-3.1	32. Метод Томаса Ферми.
ОПК-3 / ОПК-3.2	33. Заполнение электронных оболочек атома. Периодическая система Менделеева. Редкоземельные металлы. Заурановые элементы.
ПК-1 / ПК-1.2	34. Спектральные и рентгеновские термы сложных атомов L-S-связь. J-J-связь.
ОПК-2 / ОПК2.1	35. Основные виды химической связи. Адиабатическое приближение. Гомеоплярные атомные молекулы.
ОПК-2 / ОПК2.2	36. Теория валентности.

ОПК-3 / ОПК-3.2	37. Силы Ван-дер-Ваальса.
ПК-1 / ПК-1.2	38. Энергетические уровни двухатомных молекул.
ОПК-2 / ОПК2.1	39. Теория упругого рассеяния. Амплитуда и дифференциальное сечение рассеяния. Борновское приближение и условия его применимости.
ОПК-2 / ОПК2.2	40. Борновское приближение для различных случаев рассеивающих полей, экранированное кулоновское поле, потенциал Гаусса, сферическая интенсивная яма.
ОПК-2 / ОПК2.3	41. Рассеяние быстро заряженных частиц атомами. Атомный форм-фактор.
ОПК-3 / ОПК-3.1	42. Основы квантовой теории твердого тела. Электроны в периодической системе.
ОПК-2 / ОПК2.3	43. Основные понятия зонной теории.

## Задания для проверки сформированных знаний, умений и навыков

На открытое задание рекомендованное время – 15 мин

Компетенции /индикаторы достижения компетенции	Задачи
ПК-1/ ПК-1.2	1. Найдите длину волны де Бройля для нейтрона, находящегося в термодинамическом равновесии в среде с температурой $20^{\circ}\text{C}$ .
ПК-1/ ПК-1.2	2. Сравните длины волн де Бройля для электрона и шарика массой $m = 1$ г, если их скорость одинакова и равна 100 м/с.
ПК-1/ ПК-1.2	3. Чему равна длина волны де Бройля для электрона, имеющего скорость $v = 1000$ км/с?
ПК-1/ ПК-1.2	4. В трубке цветного телевизора ускоряющее напряжение $U = 20$ кВ. Чему равна длина волны де Бройля для электрона в конце процесса ускорения?
ПК-1/ ПК-1.2	5. Найдите предел разрешения электронного микроскопа, принимая, что ускоряющее напряжение $u = 100$ кВ, а угловая апертура $u = 10^{-2}$ рад. Расчет произвести для двух случаев: а) без учета релятивистского изменения массы электрона; б) с учетом его.
ПК-1/ ПК-1.2	6. Метастабильными состояниями квантовых систем называются такие возбужденные состояния атомов, молекул и атомных ядер, которые могут существовать длительное время. Чему равна неопределенность энергии в метастабильном состоянии, если время жизни атома в этом состоянии $\Delta t = 0.5$ ?
ПК-1/ ПК-1.2	7. Покажите, что решение уравнения Шредингера для электрона в потенциальной яме приводит к дискретным значениям энергии. Рассмотрите одномерный случай, электрон движется вдоль оси $Ox$ . Потенциальная энергия электрона равна нулю в области $0 \leq x \leq l$ , вне этой области она должна быть бесконечно большой, поэтому электрона там нет.
ПК-1/ ПК-1.2	8. В радиоспектрометре электронного парамагнитного резонанса поглощаемая высокочастотная электромагнитная энергия соответствует длине волны равного 3 см. При какой индукции постоянного магнитного поля будет наблюдаться электронный парамагнитный резонанс? Принять $g = 2$ .
ПК-1/ ПК-1.2	9. При прохождении света с длиной волны $\lambda_1$ через слой вещества его интенсивность уменьшается вследствие поглощения в четыре раза. Интенсивность света с длиной волны $\lambda_2$ по той же причине ослабляется в три раза. Найдите толщину слоя вещества и показатель

	поглощения данного вещества для света с длиной волны $\lambda_2$ , если для света с длиной волны $\lambda_1$ он равен $K_1 = 0.02 \text{ см}^{-1}$ .
ПК-1/ ПК-1.2	10. Через пластинку из прозрачного вещества толщиной $l = 4,2 \text{ см}$ проходит половина падающего на нее светового потока. Определите натуральный показатель поглощения данного вещества. Рассеянием света в пластинке пренебречь; считать, что 10% падающей энергии отражается на поверхности пластинки.
ПК-1/ ПК-1.2	11. Интенсивность света, прошедшего через раствор некоторого вещества, уменьшилась в 10 раз. Молярный показатель поглощения на данной длине волны равен $2300 \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{см})$ , длина кюветы с раствором равна $1 \text{ см}$ . Найдите молярную концентрацию растворенного вещества.
ПК-1/ ПК-1.2	12. Найдите энергию и момент импульса электрона в атоме водорода, соответствующие состоянию $1s, 2s, 2p$ .
ПК-1/ ПК-1.2	13. Найдите проекции момента импульса электрона на направление индукции магнитного поля, соответствующее $l = 2$ .
ПК-1/ ПК-1.2	14. Найдите проекции спина электрона на направление индукции магнитного поля.
ПК-1/ ПК-1.2	15. Найдите границы серии Лаймана (в частотах и длинах волн). Сопоставьте эти данные с интервалом частот и длин волн видимого света.
ПК-1/ ПК-1.2	16. Найдите границы серии Бальмера (в частотах и длинах волн). Сопоставьте эти данные с интервалом частот и длин волн видимого света.
ПК-1/ ПК-1.2	17. Интенсивность монохроматического света, обусловленного переходом атома со второго уровня на первый, в серии Лаймана равна $1 \text{ нВт}/\text{м}^2$ . Сколько фотонов в секунду создают такую интенсивность? Тот же вопрос для линии серии Бальмера, соответствующей переходу с третьего уровня на второй.
ПК-1/ ПК-1.2	18. Считая, что в возбужденном состоянии атом находится время $\Delta t = 10^{-8} \text{ с}$ , вычислите ширину линий (в $\Delta\lambda$ ) серий Лаймана и Бальмера, указанных в условии предыдущей задачи.
ПК-1/ ПК-1.2	19. Найдите расстояние между подуровнями энергии атома, помещенного в магнитное поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ ; фактор $g$ принять равным двум. Какой частоте и длине волны электромагнитного излучения соответствует переход с одного подуровня на другой?
ПК-1/ ПК-1.2	20. В радиоспектрометре электронного парамагнитного резонанса поглощаемая высокочастотная электромагнитная энергия соответствует длине волны $\lambda = 3 \text{ см}$ . При какой индукции постоянного магнитного поля будет наблюдаться электронный парамагнитный резонанс? Принять $g = 2$ .



ПК-1/ ПК-1.2	21. Пучок монохроматического света проходит через стеклянную пластину толщиной $l = 1$ см. Определите монохроматический натуральный показатель поглощения и монохроматический показатель поглощения стекла, если при этом поглощается 0,1 падающего света. Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилась половина падающего света?
ПК-1/ ПК-1.2	22. Интенсивность света, прошедшего через раствор некоторого вещества, уменьшилась в 10 раз. Молярный показатель поглощения на данной длине волны равен $2300 \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{см})$ , длина кюветы с раствором равна 1 см. Найдите молярную концентрацию растворенного вещества.
ОПК-2/ ОПК-2.1	23. Чему равен молярный показатель поглощения некоторого вещества, если при прохождении света через раствор с концентрацией 0,05 моль/л интенсивность света уменьшилась в 25 раз? Длина кюветы 0,5 см.
ОПК-2/ ОПК-2.1	24. Определите квантовый выход люминесценции вещества, если его оптическая плотность равна 0,05, а интенсивность люминесценции в 15 раз меньше интенсивности возбуждающего света.
ОПК-2/ ОПК-2.1	25. Пересчитайте следующие оптические плотности растворов в проценты пропускания: а) 0; б) 2; в) $\infty$ .
ОПК-2/ ОПК-2.1	26. Почему форма спектра фотолюминесценции не зависят от длины волны возбуждающего света?
ОПК-2/ ОПК-2.1	27. Чем объясняется различие времен флуоресценции и фосфоресценции?
ОПК-2/ ОПК-2.1	28. Как изменится квантовый выход люминесценции вещества, если при той же интенсивности люминесценции интенсивность поглощенного света увеличивается на 30%?
ОПК-2/ ОПК-2.1	29. Лазерное излучение используют в различных областях медицины. Сравните энергию квантов лазерного излучения со следующими длинами волн: а) офтальмология («приваривание» сетчатки), $\lambda = 0,514$ мкм; б) терапия $\lambda = 0,63$ мкм.
ОПК-3 / ОПК-3.1	30. Почему состояние вещества с инверсией заселенностью энергетических уровней иногда называют состоянием с отрицательной термодинамической температурой?
ОПК-3 / ОПК-3.1	31. Частотный диапазон лазерного излучения, используемого в медицине, лежит в пределах от 30 000 ГГц до 1 500 000 ГГц. Найдите соответствующие границы диапазона длины волн.
ОПК-2/ ОПК-2.1	32. Найдите границу тормозного рентгеновского излучения (частоту и длину волны) для напряжений $U_1 = 2$ кВ и $U_2 = 20$ кВ. Во сколько раз энергия фотонов этих излучений больше энергии фотона, соответствующего $\lambda = 760$ нм (красный цвет)?
ОПК-2/ ОПК-2.1	33. В каком случае произойдет большее увеличение потока рентгеновского излучения: при увеличении вдвое силы тока, но сохранении

	<p>напряжения или, наоборот, при увеличении вдвое напряжения, но сохранении силы тока? Как можно увеличить силу тока, не изменяя напряжения в рентгеновской трубке? Проанализируйте процессы, которые происходят при изменении напряжения.</p>
ОПК-2/ ОПК-2.1	<p>34. При прохождении потока рентгеновского излучения через костную ткань произошло его ослабление в два раза. Учитывая, что толщина слоя костной ткани составляла 20 мм, найдите линейный коэффициент ослабления.</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>35. Во сколько раз длина волны рентгеновского излучения с энергией квантов 50 кэВ меньше, чем видимого фиолетового света с длиной 400 нм?</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>36. Почему характеристические рентгеновские спектры разных атомов однотипны?</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>37. Чему равна энергия кванта рентгеновского излучения, если соответствующая ему длина волны равна 0,005 нм?</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>38. Сравните изменение массового коэффициента ослабления кости и мягких тканей при переходе от мягкого к жесткому рентгеновскому излучению. Принять энергию фотонов для мягкого излучения равной 30 кэВ, а для жесткого 120 кэВ.</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>39. Меняется ли спектральный состав рентгеновского излучения при изменении тока накала катода рентгеновской трубки? Почему?</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>40. Учитывая, что при воздействии рентгеновских лучей на атомы кальция имеет место фотоэффект, найдите скорость, с которой вылетают электроны из атомов, входящего в состав костной ткани. Энергия квантов рентгеновского излучения равна 10 кэВ, а энергия ионизации атома кальция равна 6,1 эВ.</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>41. Тело поглотило фотоны рентгеновского излучения с энергией 100 эВ, что значительно превышает энергию ионизации атомов данного вещества. Считая основным эффектом взаимодействия рентгеновского излучения с веществом некогерентное рассеяние, найдите длину волны вторичного рентгеновского излучения, если вторичные электроны движутся со скоростью <math>3,7 \cdot 10^6</math> м/с.</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>42. Для рентгенодиагностики мягких тканей применяют контрастные вещества. Например, желудок и кишечник заполняют кашеобразной массой сульфата бария <math>BaSO_4</math>. Сравните массовые коэффициенты ослабления сульфата бария и мягких тканей (воды).</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>43. Выразите через постоянную распада <math>\lambda</math> или период полураспада <math>T_{1/2}</math>: а) вероятность того, что радиоактивное ядро распадается за время от 0 до <math>t</math>; вероятность того, что радиоактивное ядро распадается за время от <math>t</math> до бесконечности; б) среднее время жизни радиоактивного ядра.</p>
ОПК-3 / ОПК-3.1	<p>44. Возраст древних деревянных предметов можно приблизительно определить по удельной массовой активности изотопа <math>^{14}_6C</math> в них.</p>

	Сколько лет тому назад было срублено дерево, которое пошло на изготовление предмета, если удельная массовая активность углерода в нем составляет $\frac{3}{4}$ от удельной массы активности растущего дерева?
ОПК-3 / ОПК-3.1	45. Известно, что при облучении ядер атомов азота ${}^{14}_7\text{N}$ потоком нейтронов может образоваться бор ${}^{11}_5\text{B}$ , углерод ${}^{14}_6\text{C}$ и литий ${}^7_3\text{Li}$ . Какие частицы сопровождают такого рода превращения?

## **ШКАЛЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Квантовая биология»**

Проведение зачета по дисциплине «Квантовая биология» как основной формы проверки знаний обучающихся предполагает соблюдение ряда условий, обеспечивающих педагогическую эффективность оценочной процедуры. Важнейшие среди них:

Важнейшие среди них:

1. обеспечить самостоятельность ответа обучающегося по билетам одинаковой сложности требуемой программой уровня;
2. определить глубину знаний программы по предмету;
3. определить уровень владения научным языком и терминологией;
4. определить умение логически, корректно и аргументированно излагать ответ на зачете;
5. определить умение выполнять предусмотренные программой задания.

### **Оценки «зачтено» заслуживает ответ, содержащий:**

- знание важнейших разделов и основного содержания программы;
- умение пользоваться научным языком и терминологией;
- в целом логически корректное, но не всегда аргументированное изложение ответа;
- умение выполнять предусмотренные программой задания.

### **Оценки «не зачтено» заслуживает ответ, содержащий:**

- незнание вопросов основного содержания программы;
- неумение выполнять предусмотренные программой задания