

Компонент 04.04.01 Химия

Б1.О.03.03

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины
(модуля)

Строение вещества

Разработчик:

Воронько Н.Г.

ФИО

доцент кафедры химии

должность

доктор хим. наук, доцент

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

химии

наименование кафедры

протокол № 6 от 16.02.2024 г.

Заведующий кафедрой химии

 Т. А. Дякина

Мурманск
2024

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
<p>ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения</p>	<p>ОПК-1.1. Использования существующих и разработке новых методик получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук ОПК-1.2. Использования современного оборудования, программного обеспечения и профессиональных баз данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук ОПК-1.3. Использования современных расчетно-теоретических методов химии для решения профессиональных задач. Использует основные</p>	<p>основные положения физической химии; основные типы кристаллических решеток, структурные характеристики вещества, основы взаимодействия структурных частиц</p>	<p>применять физические законы для исследования физических и химических явлений и использовать полученные знания для реализации поставленных задач</p>	<p>теоретическими и экспериментальными знаниями, необходимыми для анализа свойств веществ в газовой, жидкой и твердой фазах; навыками системного анализа и поиска информации, необходимой для решения практических задач, связанных с исследовательской работой</p>	<p>Комплект заданий для выполнения и защиты практических работ, выполнения контрольных работ</p>	<p>Экзаменационные билеты, результаты текущего контроля</p>

	законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области строения вещества					
ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1. Проведения критического анализа результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректной их интерпретации; ОПК-2.2. Формулировки заключения и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	основные положения физической химии; основные типы кристаллических решеток, структурные характеристики вещества, основы взаимодействия структурных частиц	применять физические законы для исследования физических и химических явлений и использовать полученные знания для реализации поставленных задач	теоретическими и экспериментальными знаниями, необходимыми для анализа свойств веществ в газовой, жидкой и твердой фазах; навыками системного анализа и поиска информации, необходимой для решения практических задач, связанных с исследовательской работой	Комплект задания для выполнения научно-исследовательской лабораторной работы	Экзаменационные билеты, результаты текущего контроля
ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Использования современных IT-технологий при сборе, анализе и представлении информации химического профиля ОПК-3.2. Использования стандартных и оригинальных программных	основные положения физической химии; основные типы кристаллических решеток, структурные характеристики вещества, основы взаимодействия структурных частиц	применять физические законы для исследования физических и химических явлений и использовать полученные знания для реализации поставленных задач	теоретическими и экспериментальными знаниями, необходимыми для анализа свойств веществ в газовой, жидкой и твердой фазах; навыками системного анализа и поиска информации, необходимой для решения практических задач, связанных с исследовательской работой	Комплект задания для выполнения научно-исследовательской лабораторной работы	Экзаменационные билеты, результаты текущего контроля

	<p>продуктов, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3.3. Использования современных вычислительных методов для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием</p>					
<p>ОПК-4. Способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов</p>	<p>ОПК-4.1. Представления результатов работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языках</p> <p>ОПК-4.2. Представления результатов своей работы в устной форме на русском и английском языках</p>	<p>основные положения физической химии; основные типы кристаллических решеток, структурные характеристики вещества, основы взаимодействия структурных частиц</p>	<p>применять физические законы для исследования физических и химических явлений и использовать полученные знания для реализации поставленных задач</p>	<p>теоретическими и экспериментальными знаниями, необходимыми для анализа свойств веществ в газовой, жидкой и твердой фазах; навыками системного анализа и поиска информации, необходимой для решения практических задач, связанных с исследовательской работой</p>	<p>Комплект задания для выполнения научно-исследовательской лабораторной работы</p>	<p>Экзаменационные билеты, результаты текущего контроля</p>

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочетов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ

Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе, задания по практической работе выполнены качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. Задание не выполнено.

Примерный перечень вопросов, задаваемых при собеседовании по практическим работам по дисциплине «Строение вещества»:

№	Вопрос	Формируемые компетенции
1.	Что мы называем «Большим Взрывом»?	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4
2.	Что такое «сингулярность»?	
3.	Запишите уравнение Эйнштейна, связывающее энергию и массу вещества.	
4.	Что такое аннигиляция ($e^- e^+$) вещества? Приведите примеры аннигиляции вещества.	
5.	Что такое «квант энергии»?	
6.	Какое взаимодействие называется межмолекулярным?	
7.	Назовите основное отличие межмолекулярного взаимодействия от химического.	
8.	На какие составляющие принято подразделять межмолекулярное взаимодействие?	
9.	Какое взаимодействие называется индукционным?	
10.	Какое взаимодействие называется дисперсионным?	
11.	Какое взаимодействие называется «обменным отталкиванием»?	
12.	Запишите выражение потенциала Леннарда-Джонса.	
13.	Как можно теоретически определить величину энергетического параметра (ϵ) потенциала 6:12?	
14.	Что представляет собой термодинамика межмолекулярного взаимодействия (ТМВ)?	
15.	Какие функции в ТМВ называются функциями взаимодействия?	
16.	Как рассчитывается величина внутренней энергии взаимодействия?	
17.	Что называется кристаллической решеткой вещества?	

18.	Назовите виды кристаллов.
19.	Какие частицы являются структурными в молекулярных кристаллах?
20.	Какие частицы являются структурными в молекулах?
21.	Приведите математический вид формулы коэффициента упаковки молекул в кристаллах.
22.	Какие параметры характеризуют кристаллическую решетку?
23.	Приведите вид функции радиального распределения кристалла.
24.	Чему равно координационное число молекулы в кристалле гексагонального льда Ih ?
25.	Что называется энергией кристаллической решетки?
26.	Дайте определение «идеального газа».
27.	Какой газ является хорошей моделью «идеального газа».
28.	Приведите математический вид уравнений Менделеева – Клапейрона и Ван-дер-Ваальса.
29.	Чем обусловлены поправки « a » и « b » в уравнении Ван-дер-Ваальса?
30.	Какой газ называется насыщенным?
31.	Приведите математический вид вириального уравнения состояния (уравнения Камерлинг-Оннеса).
32.	Чем обусловлены вириальные коэффициенты A , B , C и т.д.?
33.	В чем смысл теоремы вириала Клаузиуса?
34.	Что представляет собой температура $T_{\text{макс}}$ в газообразной ветви линии насыщения вещества?
35.	Как связаны между собой критическая температура $T_{\text{кр}}$ и $T_{\text{макс}}$?
36.	Можно ли говорить о числе ближайших соседей молекул в реальном газе?
37.	Какие жидкости называются «простыми»?
38.	Приведите пример «простых жидкостей».
39.	Приведите интервал значений числа ближайших соседей молекулы Z , в котором могут находиться молекулы при температурах ($T_{\text{пл}} - T_{\text{кр}}$)?
40.	Запишите выражение для коэффициента упаковки молекул в «простых жидкостях».
41.	Какой межмолекулярный потенциал называется эффективным двухчастичным?
42.	Чему равна энергия эффективного двухчастичного потенциала, отсчитанного от нулевого квантового уровня, в жидких «благородных газах»?
43.	Чему равна энергия эффективного двухчастичного потенциала, отсчитанного от дна потенциальной ямы, в жидких «благородных газах»?
44.	Запишите выражение, связывающее число ближайших соседей и внутреннюю энергию взаимодействия в благородных газах.
45.	Дайте определение изобарного коэффициента теплового расширения вещества.
46.	Что называется коэффициентом изотермической сжимаемости?
47.	Дайте определение внутренней энергии вещества.
48.	Назовите составляющие внутренней энергии вещества.
49.	Дайте определение теплоемкости вещества при постоянном объеме

	C_V .	
50.	На какие составляющие можно разделить теплоемкость C_V ?	
51.	Что представляют собой «колебательная» и конфигурационная теплоемкости воды?	
52.	Какие степени свободы имеют молекулы (одноатомные, двухатомные, многоатомные) идеального газа?	
53.	Какие степени свободы могут иметь молекулы в кристаллах и жидкостях?	
54.	Как изменяется число ближайших соседей у молекулы H_2O при плавлении льда lh ?	
55.	Чем обусловлены поправки «a» и «b» в уравнении Ван-дер-Ваальса?	
56.	Какие вещества могут иметь (отрицательную) конфигурационную составляющую коэффициента теплового расширения вещества?	
57.	Что представляет собой водородная связь (Н-связь) в воде?	
58.	Влияет ли наличие Н-связи на структурные характеристики вещества?	
59.	Назовите критерии наличия Н-связей в воде.	
60.	По каким признакам радиальных функций (РФР) можно судить о переходе структуры воды к структуре простых жидкостей?	
61.	Какой температуре соответствует максимум коэффициента упаковки в жидкой ветви линии насыщения воды?	
62.	Как изменяется величина коэффициента упаковки молекулы H_2O в интервале $(T_{пл} - T_{кр})$?	
63.	Как изменяется величина конфигурационной (отрицательной) составляющей коэффициента теплового расширения воды в интервале $(T_{пл} - T_{кр})$?	
64.	Чему равны коэффициент упаковки и число Z в кристаллах благородных газов?	
65.	Как изменяется число ближайших соседей молекулы (атома) при плавлении благородных газов?	
66.	Чему равна величина эффективного парного потенциала D_0^* , отсчитанного от нулевого квантового уровня?	
67.	Чему равна величина Z в жидкой ветви благородных газов при температурах $T_{пл}$, $T_{макс}$, $0.96T_{кр}$ и $T_{кр}$?	
68.	Какие температуры в жидкой ветви благородных газов могут считаться квазифазовыми?	
69.	Дайте определение критической температуры вещества по Д.И. Менделееву.	
70.	Известно (Физ. энци., Т1, Москва, 1988), что кроме гексагональной плотноупакованной структуры (при $T \rightarrow 0K$ и давлениях выше 25 атм) существует кубическая гранецентрированная структура (при $T > 14.9 K$ и выше 1050 атм). Как можно объяснить данный факт ($14.9 K > T_{кр}$) ?	
71.	Дайте понятие критического состояния вещества.	
72.	Чему равна величина эффективного парного потенциала $D_{е пол}^*$, отсчитанного от дна потенциальной ямы?	
73.	Чему равна энтальпия парообразования в критическом состоянии вещества?	

74.	Что называется критической опалесценцией?	
75.	Запишите соотношения для критериев устойчивости агрегатных состояний вещества.	
76.	Как из <i>PVT</i> -данных вещества на линии насыщения можно определить величину критической температуры?	

3.2 Критерии и шкала оценивания контрольных работ

Контрольные работы предназначены для формирования и проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Методические рекомендации по выполнению КР на тему «Расчёт энергии связи и энергии диссоциации двухатомных молекул спектроскопическим методом» и перечень вариантов заданий представлены в пособии:

Путинцев, Н. М. Сборник расчётно-графических заданий по физической химии / Н. М. Путинцев, Н. Г. Воронько. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2006. – 170 с. (194 экз.)

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично/28-30</i>	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
<i>Хорошо/24-27</i>	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
<i>Удовлетворительно 20-23</i>	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
<i>Неудовлетворительно Меньше 20</i>	В работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ Контрольная работа не выполнена.

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины с экзаменом

Для дисциплин, заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена.

В ФОС включен список вопросов к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета.

Список вопросов к экзамену.

1. Что называется молекулой?
2. Что называется полной энергией системы частиц?
3. При каких условиях возникают связанные состояния вещества?
4. В чем двойственность природы микрообъекта?
5. Что представляет собой процесс аннигиляции электрон-позитронной пары?
6. В чем сущность гипотезы де Бройля?
7. Что называется волновой функцией?
8. 8.Чему равен квадрат волновой функции?
9. В чем смысл условия нормировки волновой функции?
10. Каким символом записывается квант действия?

11. Что представляет собой волновое (математическое) число k ?
12. В каких единицах измеряется квант действия?
13. В чем смысл соотношения неопределенностей Гейзенберга для импульса и координаты?
14. Как записывается условие нормировки волновой функции?
15. Что называется электронной конфигурацией молекулы в методе валентных связей?
16. В чем смысл соотношения неопределенностей Гейзенберга для энергии и времени?
17. Что представляет собой альфа-распад?
18. Что представляет собой химическая связь?
19. Сколько электронов может находиться на атомной орбитали?
20. Сколько электронов может находиться на молекулярной орбитали?
21. Укажите корректную форму записи правила октета.
22. Что представляет термин "избыточный заряд" эффективного атома в молекуле?
23. Какие электроны называются «валентными»?
24. Учитываются ли «остовные электроны» в валентном приближении метода МО ЛКАО при расчете энергии химической связи?
25. Чем определяется валентность атома в методе валентных связей?
26. Укажите правильную форму записи для порядка химической связи (K).
27. Может ли образоваться молекула (He_2), если атомы гелия находятся в основном энергетическом состоянии?
28. Укажите вид спектра частицы, находящейся в "потенциальной яме"?
29. Укажите вид спектра свободной частицы, вылетевшей из потенциальной ямы?:
30. Может ли частица, находящаяся в бесконечно глубокой яме, вылететь из нее?
31. Какие значения может принимать главное квантовое число атома водорода?
32. Какие значения может принимать орбитальное квантовое число l ?
33. Что представляет собой радиальная волновая функция $R(n, l)$?
34. Какая связь называется неполярной ковалентной связью?
35. Какая связь называется полярной ковалентной связью?
36. В каком случае химическая связь называется ионной?
37. Чему равен электрический заряд молекулы?
38. Каким рядом может быть представлено распределение электрического заряда в молекуле?
39. Что представляет собой электрический диполь?
40. Что называется дипольным моментом?
41. Что называется дипольным моментом химической связи?
42. Чему равен дипольный момент многоатомной молекулы?
43. Реальны ли дипольные моменты молекул?
44. Какой электрический дипольный момент называется постоянным (перманентным)?
45. Что называется деформационным (индукционным) дипольным моментом молекулы?:
46. В каких единицах измеряется дипольный момент в СИ?
47. Что называется поляризуемостью молекулы?
48. В каких единицах измеряется поляризуемость молекулы в СИ?
49. Что называется ориентационной поляризуемостью молекулы?
50. Имеют ли постоянный дипольный момент полярные молекулы?
51. Имеют ли деформационный дипольный момент полярные молекулы?
52. Запишите формулу выражения для максимального значения энергии притяжения двух диполей?
53. Чем обусловлено дисперсионное взаимодействие молекул?
54. Какой вид взаимодействия благородных атомов в основном состоянии приводит к конденсированным состояниям вещества?
55. Имеет ли взаимодействие двух молекул воды дисперсионную составляющую?

56. Имеет ли взаимодействие двух молекул воды индукционную составляющую?
57. Что называется ротатором?
58. Чему равна энергия нулевых колебаний квантового гармонического одномерного осциллятора?
59. Запишите выражение для энергии квантового ангармонического осциллятора.
60. Что называется молярной поляризацией вещества?
61. Что называется поляризованностью вещества?:
62. В каких единицах измеряется поляризованность вещества в Международной системе единиц (СИ)?
63. От чего зависит диэлектрическая проницаемость веществ?
64. Из каких составляющих состоит общая поляризуемость молекулы?
65. Что называется напряженностью локального электрического поля?
66. Что называется диэлектрической дисперсией?
67. Что называется абсолютным показателем преломления вещества?
68. Что называется молярной рефракцией вещества?
69. Чему равен электрический заряд молекулы?
70. Что представляет собой электрический диполь?
71. Что называется дипольным моментом?
72. Что называется дипольным моментом химической связи?
73. Чему равен дипольный момент многоатомной молекулы?
74. Реальны ли дипольные моменты молекул?
75. Какой электрический дипольный момент называется постоянным (перманентным)?
76. Что называется деформационным (индукционным) дипольным моментом молекулы?:
77. В каких единицах измеряется дипольный момент в СИ?
78. Что называется поляризуемостью молекулы?
79. В каких единицах измеряется поляризуемость молекулы в СИ?
80. Что называется ориентационной поляризуемостью молекулы?
81. Имеют ли постоянный дипольный момент полярные молекулы?
82. Имеют ли деформационный дипольный момент полярные молекулы?
83. Запишите формулу выражения для максимального значения энергии притяжения двух диполей?
84. Чем обусловлено дисперсионное взаимодействие молекул?
85. Какой вид взаимодействия благородных атомов в основном состоянии приводит к конденсированным состояниям вещества?
86. Имеет ли взаимодействие двух молекул воды дисперсионную составляющую?
87. Имеет ли взаимодействие двух молекул воды индукционную составляющую?
88. Что называется ротатором?
89. Чему равна энергия нулевых колебаний квантового гармонического одномерного осциллятора?
90. Запишите выражение для энергии квантового ангармонического осциллятора.
91. Что называется молярной поляризацией вещества?
92. Что называется поляризованностью вещества?
93. В каких единицах измеряется поляризованность вещества в Международной системе единиц (СИ)?
94. От чего зависит диэлектрическая проницаемость веществ?
95. Из каких составляющих состоит общая поляризуемость молекулы?
96. Что называется напряженностью локального электрического поля?
97. Что называется диэлектрической дисперсией?
98. Что называется абсолютным показателем преломления вещества?
99. Что называется молярной рефракцией вещества?

Типовой вариант экзаменационного билета
МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
 Естественно-технологический институт
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____
по Строению вещества для 04.04.01 Химия

1. Основные составляющие межмолекулярного взаимодействия.
2. Структурные характеристики жидкого состояния (методы определения).
3. Задача. Твердый гелий (^4He) под минимальным давлением имеет кубическую гранецентрированную решетку. Объем одного моля такого гелия равен $20,65 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$. Молярная масса гелия $M = 4,0026 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$. Найти плотность ρ , межмолекулярное расстояние R , объем одной молекулы $V_{\text{мол}}$, объем элементарной ячейки ($V_{\text{яч}}$) и число атомов в элементарной ячейке p . Ответ привести с точностью до: $0,01 \text{ кг/м}^3$ (ρ); $0,001 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ (R); $0,001 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$ ($V_{\text{мол}}$ и $V_{\text{яч}}$); $1(p)$. **Ответ:** $\rho = 193,83 \text{ кг/м}^3$; $R = 3,647 \cdot 10^{-10} \text{ м}$; $V_{\text{мол}} = 25,398 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$; $V_{\text{яч}} = 137,199 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$ и $p = 4$.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры « _____ » _____ 20__ г.
 Доцент кафедры химии _____ Н.Г. Воронько

Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
Удовлетворительно	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» – 20 баллов, «4» – 15 баллов, «3» – 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания
Отлично	91–100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
Хорошо	76–90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
Удовлетворительно	60–75	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
Неудовлетворительно	59 и менее	Контрольные точки не выполнены; не сдан экзамен

5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания, практико-ориентированные задания.*

Код и наименование компетенции	
ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	
1	<p>Что называется молекулой?:</p> <p>а) Электрически нейтральная система, состоящая из ядер и электронов.</p> <p>б) Электрически нейтральная система, состоящая из ядер и электронов и имеющая один или несколько минимумов на поверхности потенциальной энергии.</p> <p>в) Совокупность электронов и ядер.</p> <p>г). Электрически нейтральная система, состоящая из атомов.</p>
2	<p>При каких условиях возникают связанные состояния вещества?:</p> <p>а) При условии, что кинетическая энергия частиц больше потенциальной энергии взаимодействия частиц друг с другом.</p> <p>б) Когда кинетическая энергия частиц равна потенциальной энергии взаимодействия частиц друг с другом.</p> <p>в) При условии, что полная энергия системы меньше нуля.</p> <p>г) При условии, когда потенциальная энергия взаимодействия частиц равна нулю.</p>
3	<p>В чем двойственность природы микрообъекта?:</p> <p>а) Микрообъект имеет свойства волн.</p> <p>б) Микрообъект имеет свойства частиц.</p> <p>в) Микрообъект одновременно имеет свойства частиц и волн.</p> <p>г). Микрообъект представляет собой плоскую волну.</p>
4	<p>Что представляет собой процесс аннигиляции электрон-позитронной пары?:</p> <p>а) Превращение вещества в физическое поле.</p> <p>б) Исчезновение материи.</p> <p>в) Процесс рассеяния электронов на позитронах.</p> <p>г) Поглощение электронов и позитронов эфиром.</p>
5	<p>В чем сущность гипотезы де Бройля?:</p> <p>а) Любая частица вещества представляет собой плоскую волну.</p> <p>б) Любая монохроматическая волна является стоячей.</p> <p>в) Любой частице вещества может быть приписана длина волны.</p> <p>г) Любая волна имеет энергию.</p>
6	<p>Каким символом записывается квант действия?:</p> <p>а) λ.</p> <p>б) ν.</p> <p>в) δ</p> <p>г) h.</p>
7	<p>В каких единицах измеряется квант действия?:</p> <p>а) Дж</p> <p>б) Н</p> <p>в) В</p> <p>г) Дж·с</p>
8	<p>В чем смысл соотношения неопределенностей Гейзенберга для импульса и координаты?:</p> <p>а) Невозможно одновременно измерить координату и импульс на эту координату</p> <p>б) Невозможно одновременно измерить координату и энергию частицы</p>

	<p>в) Невозможно одновременно время и пространственную координату</p> <p>г) Невозможно одновременно определить массу и объем частицы</p>
9	<p>Что представляет собой химическая связь?:</p> <p>а) Обобществлению электронной плотности взаимодействующих атомов</p> <p>б) Электромагнитное взаимодействие атомов</p> <p>в) Гравитационное взаимодействие ядер в молекуле</p> <p>г) Межмолекулярное взаимодействие</p>
10	<p>Укажите корректную форму записи правила октета</p> <p>а) nS^2nP^6</p> <p>б) nS^1nP^7</p> <p>в) nS^4nP^4</p> <p>г) nS^0nP^8</p>
11	<p>Что представляет термин «избыточный заряд» эффективного атома в молекуле?:</p> <p>а) Заряд ядра одного из эффективных атомов</p> <p>б) Реальная часть заряда, переносимого от одного эффективного атома молекуле к другому</p> <p>в) Заряд неподеленной электронной пары</p> <p>г) Заряд, характеризующий вероятность нахождения электрона одного из эффективных атомов в молекуле вблизи другого эффективного атома молекулы.</p>
12	<p>Какие электроны называются «валентными»?:</p> <p>а) Электроны, находящиеся в непосредственной близости от взаимодействующих ядер молекулы</p> <p>б) Электроны, находящиеся на S- орбиталиях</p> <p>в) Электроны, находящиеся на 2P- орбиталиях</p> <p>г) Электроны, находящиеся на внешнем электронном слое (оболочке, уровне)</p>
13	<p>Учитываются ли «остовные электроны» в валентном приближении метода МО ЛКАО при расчете энергии химической связи?:</p> <p>а) Да</p> <p>б) Нет</p> <p>в) Не обязательно</p> <p>г) Только в методе валентных связей (ВС)</p>
<p>Код и наименование компетенции</p> <p>ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>	
1	<p>Укажите правильную форму записи для порядка химической связи (K)</p> <p>а) $K = (N_{\text{СВЯЗ}} - N_{\text{РАЗРЫХ}})/2$</p> <p>б) $K = (N_{\text{СВЯЗ}} \pm N_{\text{РАЗРЫХ}})/2$</p> <p>в) $K = N_{\text{ВАЛЕН}}/2$</p> <p>г) $K = (N_{\text{СВЯЗ}} + N_{\text{РАЗРЫХ}})/2$</p>
2	<p>Может ли образоваться молекула (He_2), если атомы гелия находятся в основном энергетическом состоянии?:</p> <p>а) Да</p> <p>б) Нет</p> <p>в) Если атомы обладают нулевой энергией</p> <p>г) Если суммарный спин атомов равен нулю</p>
3	<p>Укажите вид спектра частицы, находящейся в "потенциальной яме"?:</p> <p>а) Непрерывный</p> <p>б) Дискретный</p> <p>в) Сине-фиолетовый</p> <p>г) Красно-желтый</p>
4	<p>Укажите вид спектра свободной частицы, вылетевшей из потенциальной ямы?:</p> <p>а) Дискретный</p> <p>б) Линейчатый</p> <p>в) Полосатый</p> <p>г) Непрерывный</p>
5	<p>Может ли частица, находящаяся в бесконечно глубокой яме, вылететь из нее?:</p> <p>а) Да</p> <p>б) Очень редко</p> <p>в) Никогда</p> <p>г) Только при сообщении ей дополнительной конечной энергии</p>
6	<p>Что представляет собой радиальная волновая функция $R(n,l)$?:</p> <p>а) Составляющая волновой функции $\Psi(x,y,z,t)$, зависящая только от радиус-вектора</p> <p>б) Волновая функция $\Psi(x,y,z,t)$, зависящая только от времени</p>

	<p>в) Константа A, входящая в выражение функции $\Psi(x, y, z, t)$</p> <p>г) мнимая единица</p>
7	<p>Чему равен порядок химической связи у молекулярного иона H_2^+?:</p> <p>а) 1/2</p> <p>б) 0</p> <p>в) 2</p> <p>г) 3/2</p>
8	<p>Чему равен порядок химической связи у молекулярного иона H_2^-?:</p> <p>а) 1</p> <p>б) 0</p> <p>в) 2</p> <p>г) 1/2</p>
9	<p>Какая связь называется неполярной ковалентной связью?:</p> <p>а) Химическая связь, в которой участвуют атомы с разной электроотрицательностью</p> <p>б) Химическая связь, в которой атомы в равной мере владеют общей электронной плотностью</p> <p>в) Химическая связь, в которой участвуют различные атомы</p> <p>г) Химическая связь с небольшой энергией взаимодействия</p>
10	<p>Какая связь называется полярной ковалентной связью?:</p> <p>а) Химическая связь, у которой молекулярные орбитали перекрываются</p> <p>б) Химическая связь, в которой участвуют неподеленные электронные пары</p> <p>в) Химическая связь, эффективные атомы в которой существенно неодинаково владеют общей электронной плотностью</p> <p>г) Химическая связь, у которой нет перекрывания орбиталей</p>
11	<p>В каком случае химическая связь называется ионной?:</p> <p>а) Если величина эффективного заряда δ у одного из взаимодействующих атомов близка к величине элементарного заряда e</p> <p>б) Если величина эффективного заряда δ у одного из взаимодействующих атомов равна $0,5 e$</p> <p>в) Если величина эффективных зарядов $\pm \delta$ у взаимодействующих атомов равна нулю</p> <p>г) Если величина эффективных зарядов $\pm \delta$ у взаимодействующих атомов равна $2 e$</p>
12	<p>Чему равен электрический заряд молекулы?:</p> <p>а) Сумме зарядов протонов ядер молекулы</p> <p>б) Сумме зарядов электронов молекулы</p> <p>в) 0</p> <p>г) Сумме зарядов валентных электронов</p>
<p>Код и наименование компетенции</p> <p>ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности</p>	
1	<p>Что представляет собой электрический диполь?:</p> <p>а) Система из двух зарядов</p> <p>б) Система из двух зарядов, равных по величине</p> <p>в) Система из двух зарядов, находящихся на небольшом расстоянии друг от друга и равных по величине, но противоположных по знаку</p> <p>г) Система из двух невзаимодействующих зарядов, равных по величине и противоположных по знаку</p>
2	<p>Что называется дипольным моментом?:</p> <p>а) Векторная величина, равная произведению модуля одного из зарядов диполя на "плечо диполя"</p> <p>б) Произведение заряда на "плечо диполя"</p> <p>в) Произведение радиус-вектора на скорость движения молекулы</p> <p>г) Сумма зарядов диполя</p>
3	<p>Чему равен дипольный момент многоатомной молекулы?:</p> <p>а) Алгебраической сумме дипольных моментов химических связей молекулы</p> <p>б) Векторной сумме дипольных моментов химических связей молекулы</p> <p>в) Произведению модуля эффективного заряда молекулы на ее диаметр</p> <p>г) Произведению массы молекулы на скорость ее теплового движения</p>
4	<p>Реальны ли дипольные моменты молекул?:</p> <p>а) Да</p> <p>б) Реальны, только при определенных условиях</p> <p>в) Реальны, только при возможности разложения электрического заряда на два центра тяжести</p> <p>г) Нереальны, так как дипольный момент это модель</p>

5	<p>Какой электрический дипольный момент называется постоянным (перманентным)?:</p> <p>а) Дипольный момент, возникающий в процессе образования химической связи и не зависящий от наличия внешнего электрического поля</p> <p>б) Дипольный момент, появляющийся у молекул при помещении их во внешнее электрическое поле</p> <p>в) Дипольный момент, появляющийся у молекул при помещении их во внешнее магнитное поле</p> <p>г) Дипольный момент, появляющийся у молекул при помещении их во внешнее электромагнитное поле</p>
6	<p>Укажите правильную форму записи выражения для максимального значения энергии притяжения двух диполей:</p> <p>а) $U_{\max} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2\mu_A\mu_B}{R^3}$</p> <p>б) $U_{\max} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mu_A\mu_B}{R^3}$</p> <p>в) $U_{\max} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mu_A\mu_B}{R^3}$</p> <p>г) $U_{\max} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mu_A^2\mu_B^2}{R^3}$</p>
7	<p>Укажите правильную форму записи выражения для максимального значения энергии индукционного взаимодействия двух полярных молекул:</p> <p>а) $U_{\text{инд}} = -\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right]^2 \frac{2\mu^2\alpha}{R^6}$</p> <p>б) $U_{\text{инд}} = -\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right] \frac{2\mu^2\alpha}{R^6}$</p> <p>в) $U_{\text{инд}} = \left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right]^2 \frac{2\mu^2\alpha}{R^6}$</p> <p>г) $U_{\text{инд}} = -\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right]^2 \frac{\mu^2\alpha}{R^3}$</p>
8	<p>Чем обусловлено дисперсионное взаимодействие молекул?:</p> <p>а) Коррелированным (самосогласованным) движением электронов внешних оболочек, взаимодействующих молекул</p> <p>б) Взаимодействием ядер молекул на близких расстояниях</p> <p>в) Взаимодействием ядер одной молекулы с электронной оболочкой другой молекулы</p> <p>г) Взаимодействием, обусловленным взаимной ориентацией ядерных магнитных моментов молекул</p>
9	<p>Укажите правильную форму записи приближенного выражения Ф. Лондона для дисперсионной энергии двух одинаковых молекул:</p> <p>а) $U_{\text{дисп}} = -\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right]^2 \frac{3 I_1\alpha^2}{4 R^6}$</p> <p>б) $U_{\text{дисп}} = -\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right]^2 \frac{3 I_1\alpha}{4 R^3}$</p> <p>в) $U_{\text{дисп}} = \left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right]^2 \frac{3 I_1\alpha^2}{4 R^6}$</p> <p>г) $U_{\text{дисп}} = -\left[\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right] \frac{3 I_1\alpha^2}{4 R^6}$</p>
10	<p>Какой вид взаимодействия благородных атомов в основном состоянии приводит к</p>

	конденсированным состояниям вещества?: а) Диполь-дипольное б) Квадруполь-квадрупольное в) Индукционное г) Дисперсионное
11	Имеет ли взаимодействие двух молекул воды дисперсионную составляющую?: а) Нет б) Да в) Только при наличии внешнего электрического поля г) Только при наличии внешнего магнитного поля
12	Имеет ли взаимодействие двух молекул воды индукционную составляющую?: а) Нет б) Да в) Только при наличии внешнего электрического поля г) Только при наличии внешнего магнитного поля
13	Какой спектр называется сплошным или непрерывным?: а) Спектр, состоящий из отдельных линий б) Спектр, молекулы которого могут иметь любое разумное значение энергии в) Спектр, состоящий из полос и отдельных линий г) Спектр, значения частот в котором дискретны
Код и наименование компетенции ОПК-4. Способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов	
1	Укажите правильную форму записи выражения для вращательной энергии классического ротатора: а) $E_{\text{вр}} = i_{\text{вр}} \cdot (kT)$ б) $E_{\text{вр}} = i_{\text{вр}} \cdot (kT/2)$ в) $E_{\text{вр}} = (i_{\text{вр}} - 1) \cdot (kT/2)$ г) $E_{\text{вр}} = (i_{\text{вр}} + 1) \cdot (kT/2)$
2	Укажите правильную форму записи выражения для вращательной энергии квантового ротатора: а) $E_{\text{вр}} = \frac{h^2}{8\pi^2 I} j(j+1)$ б) $E_{\text{вр}} = \frac{h}{8\pi^2 I} j(j+1)$ в) $E_{\text{вр}} = \frac{h^2}{8\pi^2 I} (j+1)$ г) $E_{\text{вр}} = \frac{h^2}{8\pi^2 \mu} j(j+1)$
3	Что называется ротатором?: а) Колебательная система б) Вращательная система в) Колебательно-вращательная система г) Спиновая система
4	Укажите правильную форму записи выражения для вращательной «постоянной» ротатора, измеряемой в с^{-1} : а) $B' = \frac{h}{8\pi^2 I}$ б) $B' = \frac{h}{4\pi^2 I}$ в) $B' = \frac{h^2}{4\pi^2 I}$ г) $B' = \frac{h}{8\pi I}$
5	Какая система называется гармоническим осциллятором?: а) Колебательная система, подчиняющаяся законам синуса или косинуса б) Колебательная система, подчиняющаяся закону о равномерном распределении энергии по

	<p>степеням свободы</p> <p>в) Колебательная система, подчиняющаяся уравнению Шредингера</p> <p>г) Колебательная система, подчиняющаяся закону Кирхгофа</p>
6	<p>Укажите правильную форму записи выражения для энергии квантового гармонического осциллятора:</p> <p>а) $E_{\text{кол}}^{\text{гарм}} = (v + 1/2)h\omega_e x_e$</p> <p>б) $E_{\text{кол}}^{\text{гарм}} = (v + 1/2)h\omega_e c$</p> <p>в) $E_{\text{кол}}^{\text{гарм}} = (v + 1/2)h^2 \omega_e c$</p> <p>г) $E_{\text{кол}}^{\text{гарм}} = (v - 1/2)h^2 \omega_e c$</p>
7	<p>Какие значения энергии может принимать квантовый гармонический одномерный осциллятор?:</p> <p>а) $0; h\nu_e/2; (3/2)h\nu_e; (5/2)h\nu_e, \dots$</p> <p>б) $0; h\nu_e/2; (3/2)h\nu_e; (5/2)h\nu_e, \dots, \infty$</p> <p>в) $h\nu_e/2; (3/2)h\nu_e; (5/2)h\nu_e, \dots, \infty$</p> <p>г) $0; h\nu_e; 2h\nu_e; 3h\nu_e, \dots$</p>
8	<p>Какие значения может принимать колебательное число у квантового гармонического осциллятора?:</p> <p>а) $0; 1; 2; 3; 4; 5$</p> <p>б) $1; 2; 3, \dots, \infty$</p> <p>в) $0; 1; 2; 3, \dots, \infty$</p> <p>г) $0; 1; 2; 3, \dots, (n-1)$</p>
9	<p>Чему равна энергия нулевых колебаний квантового гармонического одномерного осциллятора?:</p> <p>а) 0</p> <p>б) $h\nu_e/2$</p> <p>в) $h\nu_e$</p> <p>г) $2h\nu_e$</p>
10	<p>Укажите правильную форму записи выражения для энергии квантового ангармонического осциллятора:</p> <p>а) $E_{\text{кол}}^{\text{ангарм}} = (v + 1/2)h\omega_e c - (v + 1/2)^2 h\omega_e x_e c$</p> <p>б) $E_{\text{кол}}^{\text{ангарм}} = (v + 1/2)h\omega_e c - (v + 1/2)^2 h\omega_e c$</p> <p>в) $E_{\text{кол}}^{\text{ангарм}} = (v + 1/2)hc - (v + 1/2)^2 h\omega_e x_e c$</p> <p>г) $E_{\text{кол}}^{\text{ангарм}} = (v + 1/2)hc - (v + 1/2)^2 h x_e c$</p>
11	<p>Какие значения может принимать колебательное число у квантового ангармонического осциллятора?:</p> <p>а) $0; 1; 2; 3; 4; 5$</p> <p>б) $1; 2; 3, \dots, \infty$</p> <p>в) $0; 1; 2; 3, \dots, \infty$</p> <p>г) $0; 1; 2; 3, \dots, v_{\text{max}}$</p>
12	<p>Сколько вращательных степеней свободы имеет двухатомная молекула?:</p> <p>а) 0</p> <p>б) 1</p> <p>в) 2</p> <p>г) 3</p>
13	<p>Сколько вращательных степеней свободы имеет молекула метанола?:</p> <p>а) 1</p> <p>б) 2</p> <p>в) $3n - 5$</p> <p>г) 3</p>