

Компонент 04.04.01 Химия

Б1.В.03.01

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины
(модуля)

Математические методы расчетов химических процессов

Разработчик:

Воронько Н.Г.

ФИО

доцент кафедры химии

должность

доктор хим. наук, доцент

ученая степень,
звание

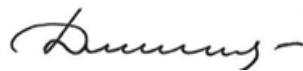
Утверждено на заседании кафедры

ХИМИИ

наименование кафедры

протокол № 6 от 16.02.2024 г.

Заведующий кафедрой



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>		
ПК-1-н Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	основы математического аппарата современной химии, необходимые для решения вопросов, связанных с практической деятельностью; основы математического моделирования физико-химических процессов	использовать математические методы в химических исследованиях	навыками построения математических моделей простейших физико-химических процессов	Комплект заданий для выполнения и защиты практических работ, выполнения контрольных работ	Экзаменационные билеты, результаты текущего контроля

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению УК-1.3. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников УК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов УК-1.5. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области	методы реализации математических моделей физико-химических процессов на ЭВМ	применить существующее программное обеспечение для решения физико-химических задач	навыками составления программ, моделирующих физико-химические процессы	Комплект задания для выполнения научно-исследовательской лабораторной работы	Экзаменационные билеты, результаты текущего контроля
--	---	--	---	---	---	---

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.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
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 недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован 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
Отлично	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.
Хорошо	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.
Удовлетворительно	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
Неудовлетворительно	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 «Математические методы расчётов химических процессов»:

№	Вопрос	Формируемые компетенции
1.	Что такое матрица, квадратная матрица, матрица-строка, матрица-столбец, нулевая матрица, след матрицы?	ПК-1-н УК-1
2.	Что такое диагональная матрица, единичная матрица, дельта Кронекера?	
3.	Что такое транспонированная матрица? В каком случае исходная и транспонированная матрицы равны?	
4.	Что такое детерминант квадратной матрицы 2-го порядка? Как он рассчитывается?	
5.	Назовите основные свойства детерминанта.	
6.	Назовите основные свойства детерминанта.	
7.	Что такое система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)? Что называют решением СЛАУ?	
8.	Что называют элементарными преобразованиями СЛАУ? Что к ним относят?	
9.	Каким образом выражение для квадратной СЛАУ можно записать в матричной форме?	
10.	Что такое совместная СЛАУ? Сформулируйте теорему о совместности СЛАУ.	
11.	Что такое несовместная СЛАУ? Сформулируйте теорему о несовместности СЛАУ.	
12.	Что такое несовместная СЛАУ? Сформулируйте теорему о несовместности СЛАУ.	
13.	Что такое определённая СЛАУ? Сформулируйте теорему об	

	определённости СЛАУ.	
14.	Что такое неопределённая СЛАУ? Сформулируйте теорему о неопределённости СЛАУ.	
15.	Что такое однородная СЛАУ? Сформулируйте теорему о решениях однородной СЛАУ и следствие из неё.	
16.	Что такое функция, независимая переменная, зависимая переменная?	
17.	Что такое непрерывная функция? Запишите общее свойство непрерывных функций.	
18.	Что такое производная от функции $f(x)$ в точке x , дифференциал x , дифференцирование $f(x)$?	
19.	Сформулируйте правило Лопиталя–Бернулли. Приведите примеры его использования.	
20.	Что такое чётная, нечётная и периодическая функция?	
21.	Что такое асимптота кривой функции? Как находят вертикальные, наклонные и горизонтальные асимптоты?	
22.	Что такое первообразная функции $f(x)$?	
23.	Что такое неопределённый интеграл, подынтегральная функция, подынтегральное выражение?	
24.	Что такое определённый интеграл? Как найти численное значение определённого интеграла по графику интегрируемой функции?	
25.	Какую роль играют дифференциальные уравнения (ДУ) при решении различных научно-технических проблем?	
26.	Что такое ДУ с разделяющимися переменными? Как находится его общее и частное решение?	
27.	Что называется задачей с начальными условиями (задачей Коши) и краевой задачей?	

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 темы «Линейная алгебра. Дифференциальное исчисление», «Интегральное исчисление» и перечень вариантов заданий представлены в пособии:

Воронько, Н. Г. Математические методы расчётов химических процессов / Н. Г. Воронько. – Мурманск. : Изд-во МГТУ, 2015. – 171 с. (50 экз.)

Оценка/баллы	Критерии оценивания
Отлично/15	Работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
Хорошо/13-14	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
Удовлетворительно 10-12	В работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
Неудовлетворительно Меньше 10	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.

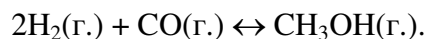
1. Как осуществляется умножение матрица A на матрицу B ? В каком случае такая операция возможна? Приведите примеры.
2. Какими свойствами обладают операции умножения матриц? Что такое перестановочные матрицы?
3. Как осуществляется разложение детерминанта квадратной матрицы n -го порядка по элементам i -й строки и j -го столбца? Что такое адьюнкта и дополнительный минор к элементу a_{ij} ? Приведите примеры.
4. Что такое обратная матрица A^{-1} по отношению к данной матрице A ? Сформулируйте теорему о существовании обратной матрицы.
5. Для чего применяют матричную запись кинетики сложных реакций? Что такое стехиометрическая матрица и молекулярная матрица реакции? Чему равно их произведение?
6. Как найти решение СЛАУ, используя правило Крамера?
7. Как найти решение СЛАУ через обратную матрицу СЛАУ?
8. В чём сущность метода исключения Гаусса? Что такое расширенная матрица СЛАУ и треугольная матрица? Как можно применить метод Гаусса к вычислению детерминантов?
9. Сформулируйте теоремы об инвариантности ранга матрицы и о ранге треугольной матрицы. Как их можно применить для определения числа линейно независимых стадий сложной реакции?
10. Что такое разрывная функция, кусочно-непрерывная функция, разрыв 1-го рода, разрыв 2-го рода, устранимый разрыв? Приведите примеры термодинамических функций с конечным и бесконечным разрывом.
11. Что такое производная от функции $f(x)$ в точке x , дифференциал x , дифференцирование $f(x)$? Объясните физический и геометрический смысл производной функции на примере графической зависимости концентрации продукта от времени протекания химической реакции.
12. Как рассчитываются производные: суммы функций $(u \pm v)'$, произведения функций $(uv)'$ и отношения функций $\left(\frac{u}{v}\right)'$? Приведите примеры.
13. Как рассчитываются производные сложных функций $F(x) = f[\varphi(x)]$ и $F(x) = f\{\varphi[\psi(x)]\}$? Приведите примеры.
14. Как осуществляется разложение функции в степенные ряды Маклорена и Тейлора? Объясните геометрический смысл ряда Тейлора на примере седиментационной кривой полидисперсной системы.
15. Приведите биномиальную формулу Ньютона для разложения в степенной ряд функций $(y + x)^m$ и $(1 + x)^m$. Что происходит при $m \in \mathbb{N}$? Что такое биномиальное распределение?

16. Как используется разложение функции в степенной ряд при выводе зависимости повышения температуры кипения раствора от молярной доли растворённого вещества?
17. Что такое стационарная точка функции $f(x)$? Сформулируйте правила исследования стационарных точек.
18. Что такое первообразная функции $f(x)$? Сформулируйте теорему об общем виде первообразной.
19. Что такое неопределённый интеграл, подынтегральная функция, подынтегральное выражение? Объясните физический смысл понятия интеграла на примере процесса изотермического расширения газа.
20. Как связаны между собой операции интегрирования и дифференцирования? Объясните геометрический смысл интегрирования. Что такое интегральная линия функции $f(x)$?
21. В чём заключается метод интегрирования через вспомогательную переменную? Объясните на примере вывода уравнения Шишковского.
22. Напишите формулу Ньютона–Лейбница. Сформулируйте и докажите теорему Барроу.
23. Что такое определённый интеграл? Как найти численное значение определённого интеграла по графику интегрируемой функции? Что такое определённый интеграл? Как найти численное значение определённого интеграла по графику интегрируемой функции?
24. Что такое дифференциальное уравнение (ДУ), обыкновенные ДУ, порядок ДУ? Напишите уравнения Липпмана как примеры ДУ 1-го и 2-го порядка.
25. Объясните, как решить задачу Коши на примере дифференциального уравнения Кирхгофа и дифференциальных уравнений простых односторонних реакций 1-го 2-го и n -го порядков.

Типовой вариант экзаменационного билета
МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
 Естественно-технологический институт
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ____

по Математическим методам расчётов химических процессов для 04.04.01 Химия

1. Сформулируйте теоремы об инвариантности ранга матрицы и о ранге треугольной матрицы. Как их можно применить для определения числа линейно независимых стадий сложной реакции?
2. Объясните, как решить задачу Коши на примере дифференциального уравнения Кирхгофа и дифференциальных уравнений простых односторонних реакций 1-го 2-го и n -го порядков.
3. Выведите зависимость $K_T^\circ = f(T)$ и рассчитайте константу химического равновесия K_{500}° реакции



Для расчёта используйте следующие термодинамические параметры реакции:

стандартный тепловой эффект $\Delta_r H_{298}^\circ = -90,47 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$; стандартная энергия Гиббса

$$\Delta_r G_{298}^\circ = -25,23 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}.$$

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	
ПК-1-н. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	
1	Определить эквивалентный диаметр канала прямоугольного сечения со сторонами a и b, полностью заполненного жидкостью. $a) d_{\text{экв}} = \frac{4ab}{(a + b)}$

	$\text{б) } d_{\text{экв}} = \frac{2ab}{(a+b)}$ $\text{в) } d_{\text{экв}} = \frac{ab}{2(a+b)}$ $\text{г) } d_{\text{экв}} = \frac{ab}{4(a+b)}$
2	По трубе диаметром 0,1 м течет жидкость при температуре 20 °С. Плотность жидкости 1050 кг/м³, вязкость 1,1 мПа·с. Скорость жидкости 1,5 м/с. Укажите выражение, которое соответствует расчету числа Рейнольдса. $\text{а) } Re = \frac{1,5 \cdot 20 \cdot 1050}{1,1}$ $\text{б) } Re = \frac{1,5 \cdot 1,1 \cdot 1050}{0,1 \cdot 10^{-3}}$ $\text{в) } Re = \frac{1,5 \cdot 0,1 \cdot 1050}{1,1}$ $\text{г) } Re = \frac{1,5 \cdot 0,1 \cdot 1050}{1,1 \cdot 10^{-3}}$
3	Какое из приведенных ниже утверждения является не верным? а) гидростатическое давление во всех точках любой горизонтальной плоскости одинаково б) гидростатическое давление изменяется по глубине жидкости в) гидростатическое давление в данной точке по всем направления одинаково г) гидростатическое давление всегда действует по направлению внешней нормали д) гидростатическое давление всегда действует по направлению внутренней нормали
4	В сосуде диаметром 0,8 м и площадью дна 0,5 м² находится жидкость при температуре 20 °С. Вязкость жидкости 0,95 мПа·с, плотность 980 кг/м³. Уровень жидкости в сосуде 1,2 м. Укажите выражение, которое соответствует расчету гидростатического давления на дно сосуда. а) $p = 980 \cdot 9,8 \cdot 0,5$ б) $p = 980 \cdot 9,8 \cdot 0,8$ в) $p = 980 \cdot 9,8 \cdot 1,2$
5	Уравнение Бернулли выражает: а) материальный баланс потока б) тепловой баланс потока в) энергетический баланс потока г) геометрический баланс потока д) силовой баланс потока
6	При ламинарном режиме движения вязкой жидкости в прямой, круглой трубе скорости по сечению трубы распределяются: а) равномерно б) по линейному закону в) по параболическому закону г) по гиперболическому закону д) по логарифмическому закону
7	При ламинарном режиме движения вязкой жидкости отношение средней скорости к максимальной равно: а) 0,2 б) 0,4 в) 0,5 г) 0,6 д) 0,8
8	При турбулентном режиме движения вязкой жидкости скорости по сечению круглой, прямой трубы распределяются по: а) равномерно б) по линейному закону в) по параболическому закону г) по гиперболическому закону

	д) по логарифмическому закону
9	Влияние какой силы на движение жидкости отражает критерий Эйлера? а) силы инерции б) силы трения в) силы веса г) силы гидростатического давления
10	Укажите, какое выражение служит для расчета коэффициента трения при турбулентном режиме в гидравлически гладких трубах. а) $\lambda = \frac{64}{Re}$ б) $2\lambda = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$ в) $\lambda = (1,74 + 2 \lg \frac{r_0}{\Delta})^{-2}$ г) $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{\varepsilon}{3,7} + \left(\frac{6,81}{Re} \right)^{0.9} \right]$
11	Сужающие устройства примеряют для измерения: а) давления б) напряжения силы трения в) перепада давления г) расхода д) скорости
12	Через отверстие в тонкой стенке диаметром 10 мм вытекает жидкость. Коэффициент скорости равен 0,98, коэффициент сжатия струн 0,64, коэффициент расхода 0,62. Площадь отверстия 0,785 см ² , уровень жидкости в сосуде 0,8 м. Укажите выражение, которое соответствует расчету расхода жидкости, вытекающей через отверстие. а) $Q = 0,98 \cdot 0,785 \cdot 10^{-4} \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,8}$ б) $Q = 0,62 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \sqrt{9,8 \cdot 0,8}$ в) $Q = 0,62 \cdot 0,785 \cdot 10^{-4} \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,8}$ г) $Q = 0,64 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \sqrt{9,8 \cdot 0,8}$ д) $Q = 0,98 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,8}$
13	При ламинарном режиме осаждения шарообразных частиц сопротивление среды обусловлено в основном: а) силами гидростатического давления б) силами трения в) силами инерции г) силой тяжести д) силами поверхностного натяжения
14	В соответствии с уравнением Бернулли с увеличением скорости жидкости давление в потоке: а) увеличивается б) уменьшается в) остаётся неизменным
15	Укажите выражение для расчета скорости осаждения под действием силы тяжести при турбулентном режиме осаждения: а) $\omega_0 = \frac{d^2 (\rho_T - \rho) g}{18\mu}$ б) $Re = \frac{Ar}{18}$ в) $Q_T = 0,152 \cdot Ar^{0.715}$ г) $Re = 1,7 \sqrt{Ar}$

	$д) \omega_0 = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{d(\rho_T - \rho)g}{\varphi \cdot \rho}}$
Код и наименование компетенции УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	
1	Движущей силой процесса фильтрации является: а) давление над перегородкой б) давление под перегородкой в) вакуум под перегородкой г) разность давления над и под перегородкой д) вакуум над перегородкой
2	По трубопроводу диаметром 150 мм движется жидкость со скоростью $1,5 \frac{м}{с}$. Определить расход жидкости. а) $16,36 \cdot 10^{-3} \frac{м^3}{с}$ б) $18,44 \cdot 10^{-3} \frac{м^3}{с}$ в) $20,68 \cdot 10^{-3} \frac{м^3}{с}$ г) $22,18 \cdot 10^{-3} \frac{м^3}{с}$ д) $26,49 \cdot 10^{-3} \frac{м^3}{с}$
3	В открытом резервуаре находится вода при температуре 10 °С. Определить гидростатическое давление на глубине 1,5 м. а) $p = 9,8 \text{ кПа}$ б) $p = 14,7 \text{ кПа}$ в) $p = 19,6 \text{ кПа}$ г) $p = 24,5 \text{ кПа}$ д) $p = 29,4 \text{ кПа}$
4	В днище сосуда имеется люк шириной $b = 0,5 \text{ м}$ и длиной $l = 0,6 \text{ м}$, закрепленный 10 болтами. Уровень жидкости в сосуде $h = 1,5 \text{ м}$, плотность жидкости $\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$. Определить усилие, действующее на 1 болт. а) 1228 Н б) 1006 Н в) 884 Н г) 662 Н д) 441 Н
5	В днище сосуда имеется отверстие диаметром 100 мм закрытое клапаном. Уровень жидкости в сосуде $h = 2 \text{ м}$, плотность жидкости $\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$. Какое усилие необходимо приложить для открытия клапана? а) 113,42 Н б) 136,78 Н в) 153,86 Н г) 172,56 Н д) 198,14 Н
6	По трубопроводу диаметром 100 мм движется жидкость плотностью $\rho = 980 \frac{кг}{м^3}$ и вязкость $\mu = 1,2 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ со скоростью $0,6 \frac{м}{с}$. Определить величину критерия Рейнольдса. а) $Re = 2300$ б) $Re = 9800$ в) $Re = 19600$ г) $Re = 36000$ д) $Re = 49000$
7	Определить скорость осаждения частиц твердой фазы диаметром $d = 50 \text{ мкм}$ и плотностью $\rho_T = 2600 \text{ кг/м}^3$, которые осаждаются в воде при температуре 20°C ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$). Режим осаждения ламинарный. а) $\omega_o = 2,18 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с}$

	б) $\omega_o = 6,15 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с}$ в) $\omega_o = 10,24 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с}$ г) $\omega_o = 16,75 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с}$ д) $\omega_o = 23,52 \cdot 10^{-3} \frac{м}{с}$
8	Определить режим осаждения шарообразных частиц кокса диаметром $d = 0,1 мм$ и плотностью $\rho_T = 1300 кг/м^3$, в воде плотностью $\rho = 1000 кг/м^3$ и вязкостью $\mu = 1 \cdot 10^{-3} Па \cdot с$. а) ламинарный б) переходный в) турбулентный
9	Напор насоса возрастает: а) с увеличением давления во всасывающем патрубке б) с увеличением давления в нагнетательном патрубке в) с уменьшением давления в нагнетательном патрубке г) с увеличением скорости жидкости во всасывающем патрубке д) с уменьшением давления в приемном баке
10	Напор насоса пропорционален числу оборотов: а) в первой степени б) в квадрате в) в кубе д) в четвёртой степени
11	Член $\frac{P}{\rho g}$ в уравнении Бернулли выражает: а) потерянный напор б) пьезометрический напор в) скоростной напор г) нивелирный напор д) динамический напор
12	15 литров этилового спирта нагрели от $10^\circ C$ до $60^\circ C$. На сколько изменится объем этилового спирта, если коэффициент объемного расширения $\beta_t = 1,15 \cdot 10^{-3} K^{-1}$? а) 0,8625 л б) 0,7546 л в) 0,6488 л г) 0,5246 л д) 0,4823 л
13	В сосуде с водой объемом $10 м^3$ повысили давление от $0,1 МПа$ до $0,6 МПа$. Как изменится объем воды, если коэффициент сжимаемости $\beta_p = 5 \cdot 10^{-10} \frac{м^2}{Н}$? а) 2,5 л б) 4,0 л в) 5,0 л г) 6,0 л д) 7,5 л
14	Как называется способ переноса теплоты вследствие беспорядочного (теплового) движения микрочастиц, непосредственно соприкасающихся друг с другом? а) свободная конвекция б) вынужденная конвекция в) теплопроводность г) теплоотдача д) теплопередача
15	Определить с какой скоростью будут всплывать шарообразные частицы пробки диаметром $d = 5 мм$ и плотностью $\rho_T = 240 кг/м^3$ в воде при температуре $20^\circ C$ ($\rho = 1000 кг/м^3$,

	$\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \text{). Режим осаждения турбулентный.}$ а) $\omega_o = 0,336 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ б) $\omega_o = 1,95 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ в) $\omega_o = 3,25 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ г) $\omega_o = 4,75 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ д) $\omega_o = 5,45 \frac{\text{М}}{\text{с}}$
--	--