

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кувардин Николай Владимирович  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 10.09.2023 08:58:16  
Уникальный программный ключ:  
9e48c4318069d59a383b8e4c07e4eba99aa1cb28

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой фунда-  
ментальной химии и химиче-  
ской технологии

*(наименование кафедры)*



Н.В. Кувардин

*(подпись, инициалы, фамилия)*

« 29 » июня 2023 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вычислительные методы в химии

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 04.03.01 Химия

*(код и наименование ОПОП ВО)*

Курск-2023

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1 ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

**Тема 1.** Величины, описывающие элемент процесса

1. К каким физическим величинам относятся плоский и телесный углы?
  - а) производным
  - б) активным
  - в) пассивным
  - г) дополнительным
2. Для каких величин правомочны операции сложения и вычитания?
  - а) активных
  - б) основных
  - в) аддитивных
  - г) дополнительных
3. Условно зависимые физические величины называются ...
  - а) дополнительными
  - б) основными
  - в) зависимыми
  - г) производными
4. Условно независимые физические величины называются?
  - а) активными
  - б) дополнительными
  - в) безразмерными
  - г) основными
5. Физические величины, описывающие энергетические характеристики процессов называются ...
  - а) энергетичными
  - б) энергетическими
  - в) характеризующими процесс
  - г) вещественными
6. Упорядоченная совокупность значений величины это ...
  - а) размерность
  - б) единицы измерения
  - в) шкала
  - г) система мер
7. Физическая величина, единицей измерения которой является «Люкс» называется ...
  - а) освещенность
  - б) количество электричества
  - в) световой поток
  - г) сила света
8. Что является единицами измерения частоты?
  - а) люмен
  - б) генри
  - в) герц
  - г) грей
9. Как называется система мер, единицами измерения которой являются м, кг, с?
  - а) международная
  - б) метрическая
  - в) МКС
  - г) МКГС
10. Как называется операция предписывания физической величине определенного числа?
  - а) определение
  - б) сравнение
  - в) измерение
  - г) оценивание
11. Единицей измерения электрической емкости является ...
  - а) фарадей
  - б) ампер
  - в) кулон
  - г) фарад

12. Оценка физической величины размера в виде некоторого числа принятых для нее единиц или числа по принятой для нее шкале называется ...

- а) значением
- б) измерением
- в) оценкой
- г) индивидуальностью

13. Как называется значение физической величины, идеально отражающее свойство объекта?

- а) действительное
- б) относительное
- в) абсолютное
- г) истинное

14. Как называется значение физической величины, найденное экспериментально, достаточно близкое к истинному значению, которое можно использовать вместо него?

- а) истинное
- б) относительное
- в) действительное
- г) абсолютное

15. Набором технических операций, при которых измеряемая величина сравнивается с ее единицей или шкалой для получения значения этой величины в форме, наиболее удобной для использования называется ...

- а) значение
- б) измерение
- в) оценка
- г) индивидуальность

16. Как называется характеристика одного из свойств физического объекта, под которым понимается физическое явление или процесс, в качественном отношении общая многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта?

- а) единицы измерения
- б) физическая величина
- в) размерность
- г) значение

17. К каким величинам относятся твердость?

- а) относительным
- б) абсолютным
- в) вещественным
- г) аддитивным

18. Какие физические величины могут быть выражены количественно в виде определенного числа установленных единиц измерения?

- а) измеряемые
- б) определяемые
- в) оцениваемые
- г) относительные

19. Как называется операция приписывания данной величине определенного числа, проводимая по установленным правилам?

- а) определение
- б) оценивание
- в) измерение
- г) дополнение

20. Как делятся реальные величины?

- а) идеальные и не идеальные
- б) энергетические и не энергетические
- в) физические и не физические
- г) вещественные и материальные

## Тема 2. Основы технических расчетов

1. Какие методы можно использовать в зависимости от цели и требуемой точности для математической обработки экспериментальных данных?

- а) аналитические или эмпирические
- б) графические или статистические
- в) графические или эмпирические
- г) статистические или динамические

2. Чего требует графический и аналитический метод для кривых, полученных при графическом изображении экспериментальных данных?

- а) линеаризации
- б) итерации
- в) приближения
- г) интегрирования

3. Какие методы можно использовать для определения коэффициентов эмпирических уравнений?

- а) метод средних, графический метод, метод квадратных уравнений
- б) графический метод, метод Ньютона, метод хорд
- в) графический метод, метод средних, метод наименьших квадратов
- г) метод итераций, метод наименьших квадратов, метод Симпсона

4. Как изображают на номограммах значения переменных?

- а) штрихами или метками
- б) метками или пунктиром
- в) линиями или штрихами
- г) точками, или линиями

5. Какое условие лежит в основе метод наименьших квадратов?

а) максимальной отклонений суммы квадратов экспериментально найденных величин от расчетных

б) максимальной отклонений разности квадратов экспериментально найденных величин от расчетных

в) минимальности отклонений суммы квадратов экспериментально найденных величин от расчетных

г) минимальности отклонений разности квадратов экспериментально найденных величин от расчетных

6. Какой метод определения коэффициентов эмпирических формул наиболее точный?

- а) метод средних
- б) метод наименьших квадратов
- в) метод приближенных вычислений
- г) графический метод

7. Какие соотношения используют при графическом определении коэффициентов эмпирических формул, если полученная прямая расположена далеко от начала координат и ее невозможно продолжить?



13. Для построения сетчатых номограмм применяется ...

- а) двойная шкала
- б) линейная зависимость
- в) функциональная сетка
- г) наклонная шкала

14. Какой метод определения коэффициентов эмпирических формул наиболее точный?

- а) метод приближенных вычислений
- б) метод средних
- в) графический метод
- г) метод наименьших квадратов

15. Какие номограммы являются наиболее распространенными?

- а) с двумя переменными применяют двойные шкалы
- б) из выравненных точек, сетчатые и транспарантные
- в) наклонные, логарифмические
- г) функциональные, приближенные

16. Предельная относительная погрешность частного от деления двух приближенных чисел равна...

- а) сумме предельных относительных погрешностей делимого и делителя
- б) сумме предельных относительных погрешностей делимого и делителя
- в) сумме предельных абсолютных погрешностей делимого и делителя
- г) сумме предельных абсолютных погрешностей делимого от делителя

17. Предельная относительная погрешность произведения нескольких приближенных чисел равна...

- а) разности предельных относительных погрешностей сомножителей
- б) сумме предельных относительных погрешностей сомножителей
- в) сумме предельных относительных погрешностей разности
- г) сумме предельных относительных погрешностей деления

18. Что изображено на рисунке?



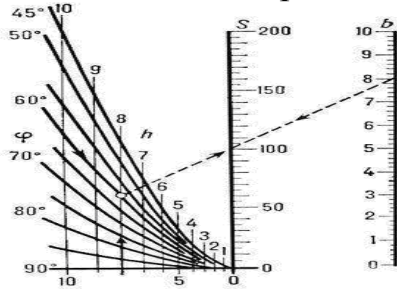
- а) номограмма для вычисления площади трапеции
- б) двойная шкала для вычисления логарифма
- в) транспортная номограмма
- г) номограмма из выравненных точек

19. Что изображено на рисунке?



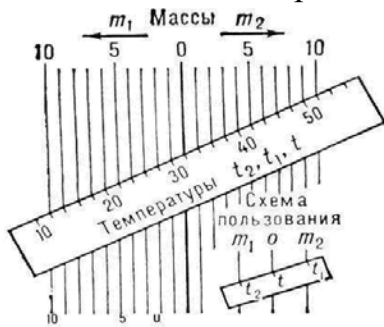
- а) номограмма из выравненных точек
- б) двойная шкала для вычисления логарифма
- в) транспортная номограмма
- г) номограмма для вычисления площади трапеции

20. Что изображено на рисунке?



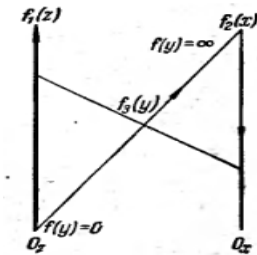
- а) номограмма из выравненных точек
- б) двойная шкала для вычисления логарифма
- в) номограмма для вычисления площади трапеции
- г) транспортная номограмма

21. Что изображено на рисунке?



- а) транспортная номограмма
- б) номограмма для вычисления площади трапеции
- в) номограмма с наклонной шкалой
- г) двойная шкала для вычисления логарифма

22. Какая номограмма изображена на рисунке?



- а) номограмма для вычисления площади трапеции
- б) транспортная номограмма
- в) номограмма из выравненных точек
- г) номограмма с наклонной шкалой

### Тема 3. Методы приближенных вычислений

1. Предельная относительная погрешность  $n$ -й степени приближенного числа равна...

- а) разности показателя степени  $n$  на предельную относительную погрешность основания
- б) произведению показателя степени  $n$  на предельную абсолютную погрешность основания
- в) произведению показателя степени  $n$  на предельную относительную погрешность основания
- г) делению показателя степени  $n$  на предельную абсолютную погрешность основания

2. Предельная относительная погрешность корня  $n$ -й степени из приближенного числа равна предельной ...

- а) относительной погрешности подкоренного числа, умноженной на показатель степени корня
- б) относительной погрешности подкоренного числа, деленной на показатель степени корня
- в) абсолютной погрешности подкоренного числа, умноженной на показатель степени корня

г) абсолютной погрешности подкоренного числа, деленной на показатель степени корня

3. Погрешностью, или ошибкой,  $\Delta a$  приближенного числа "а" называется...

а) разность между точным числом  $x$  и его приближенным значением "а"

б) сумма между точным числом  $x$  и его приближенным значением "а"

в) произведению между точным числом  $x$  и его приближенным значением "а"

г) делению между точным числом  $x$  и его приближенным значением "а"

4. Погрешность, или ошибка,  $\Delta a$  приближенного числа  $a$ , равна ...

а)  $\Delta a = |x \cdot a|$       б)  $\Delta a = |x / a|$       в)  $\Delta a = x + a$       г)  $\Delta a = x - a$

5. По какой формуле вычисляют определенный интеграл согласно графическому методу?

а)  $I = \int_{x_0}^{x_n} F(x) dx$  ; б)  $I = \frac{x_n - x_0}{6n} \{F(x_0) + F(x_n)\}$  ; в)  $I = F(x_0) + F(x_n)$  ; г)  $I = \int_{n-1}^n F dx$

6. Какой метод применяют для приближенного вычисления определенных интервалов наряду с методом Симпсона?

а) метод итераций

б) метод трапеций

в) метод Гаусса

г) метод Ньютона

7. Какими являются подсистемы, если в общем случае число неизвестных больше числа уравнений?

а) определёнными

б) неопределяющими

в) неопределёнными

г) неизвестными

8. На чем основан принцип графического решения уравнений, если уравнение может быть приведено к виду  $f_1(x)=C$ , где  $C$  - постоянная?

а) на построении графика функции  $y=kx+b$  и последующей аппроксимации

б) на построении графика функции  $f_1(x)$  и последующей линейризации

в) на построении графика функции  $y=kx+b$  и нахождении точки пересечения с прямой  $y=C_1$

г) на построении графика функции  $f_1(x)$  и нахождении точки пересечения с прямой  $y=C$

9. Определить абсолютную и предельную абсолютную погрешности числа  $a=0,67$ , взятого в качестве приближенного значения числа  $x=2/3$ .

а) 0,0033 и 0,004

б) 0,033 и 0,04

в) 0,00033 и 0,0004

г) 0,33 и 0,4

10. Определить предельную относительную погрешность измерения плотности бензола при температуре  $20^\circ\text{C}$ , если в результате измерения получено  $\rho=0,88 \pm 0,005 \text{ г/см}^3$ .

а) 5,70%

б) 0,33%

в) 3,30%

г) 0,57%



11. Определить количество верных значащих цифр (в узком и широком смысле) в числе  $a = 0,04318$ , если известна его абсолютная погрешность  $\Delta = 0,2 \cdot 10^{-4}$ .

- а) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=2$  (4, 3)
- б) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=3$  (4, 3, 1)
- в) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=1$  (4)
- г) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=4$  (4, 3, 1, 8)

12. Масса навески, найденная взвешиванием на аналитических весах, равна  $0,6794 \pm 0,0002$  г. Округлить сомнительные цифры полученного результата и определить его предельную абсолютную погрешность.

- а) 6,79; 0,006
- б) 0,34; 0,0003
- в) 0,679; 0,0006
- г) 3,40; 0,003

13. Плотность вещества равна  $0,82$  г/см<sup>3</sup>. В этом числе две верные в узком смысле цифры. Найти его предельную относительную погрешность.

- а) 0,06%
- б) 0,03%
- в) 0,30%
- г) 0,60%

14. Объем газа  $V$  газа в реакционном сосуде, равный  $711$  м<sup>3</sup>, найден с относительной погрешностью  $\delta = 1\%$ . Определить число верных цифр приближенного числа  $V$ .

- а) 2
- б) 1
- в) 3
- г) 4

15. Найти суммарную массу колбы с газообразным хлором, если массы колбы и хлора соответственно равны  $327,4$  и  $3,0854$  г (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

- а)  $330,5 \pm 0,01$  г.
- б)  $330,5 \pm 0,2$  г.
- в)  $165,5 \pm 0,2$  г.
- г)  $165,5 \pm 0,01$  г.

16. При электроосаждении меди на катоде взвешиванием на аналитических весах найдена суммарная масса катода и меди, равная  $13,8476$  г. Рассчитать, сколько меди осадилось при электролизе, если известна масса катодной пластины, равная  $12,18$  г (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

- а)  $3,34 \pm 0,01$  г.
- б)  $3,34 \pm 0,02$  г.
- в)  $1,67 \pm 0,02$  г.
- г)  $1,67 \pm 0,01$  г.

17. Определить количество молей вещества, содержащегося в  $34,5$  мл раствора с концентрацией  $0,0715$  М (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

- а)  $2,47 \pm 0,01$  моль
- б)  $1,23 \pm 0,01$  моль
- в)  $1,23 \pm 0,05$  моль
- г)  $2,47 \pm 0,05$  моль

18. Рассчитать плотность  $\rho$  жидкости, если ее масса  $P$  равна  $1,8468$  г, а объем  $V = 1,24$  см<sup>3</sup> (в записи чисел все цифры верные в широком смысле), найти погрешность результата.

- а)  $3,2 \pm 0,04$  г/см<sup>3</sup>
- б)  $3,2 \pm 0,01$  г/см<sup>3</sup>
- в)  $1,5 \pm 0,01$  г/см<sup>3</sup>
- г)  $1,5 \pm 0,04$  г/см<sup>3</sup>

19. Известно, что длина ребра кубического реактора равна  $2,34 \pm 0,01$  м. Найти объем реактора и предельные абсолютную погрешность.

- а)  $6,4 \pm 0,01$  м<sup>3</sup>
- б)  $12,8 \pm 0,2$  м<sup>3</sup>
- в)  $6,4 \pm 0,02$  м<sup>3</sup>
- г)  $12,8 \pm 0,01$  м<sup>3</sup>

20. С какой предельной абсолютной погрешностью следует определить длину ребра кубического реактора, объём которого должен быть равен  $V=12,8\pm 0,2 \text{ м}^3$ ?

а)  $2,34 \pm 0,01 \text{ м}$

б)  $4,34 \pm 0,001 \text{ м}$

в)  $2,34 \pm 0,05 \text{ м}$

г)  $4,34 \pm 0,05 \text{ м}$

21. Решите приведенную задачу.

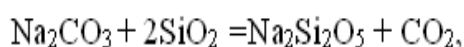
Тепловой эффект ( $\Delta H_T$ ) химической реакции образованная  $n$  моль вещества, протекающей при абсолютной температуре  $T$ , равен

$$\Delta H_T = [\Delta H_{298} + \Delta c_p(T - 298,15)]n,$$

где  $\Delta H_{298}$  – тепловой эффект химической реакции образования 1 моль при 298 К;

$\Delta c_p$  – изменение теплоемкости системы в результате химической реакции.

Рассчитать тепловой эффект реакции образования 0,247 моль дисиликата натрия при  $T = 700 \text{ К}$ :



Считая, что  $\Delta c_p$  не зависит от температуры, и оценить погрешность результата, если известно, что

$$\Delta H_{298} = 56,1 \pm 0,2 \text{ (кДж/моль)};$$

$$\Delta c_p = -5,3 \cdot 10^{-3} \pm 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ (кДж/моль} \cdot \text{К)};$$

$$n = 0,247 \pm 0,001; \quad T = 700 \pm 0,1 \text{ К}.$$

а)  $\Delta H = 13,3 \pm 0,1 \text{ кДж}$

б)  $\Delta H = 23,3 \pm 0,2 \text{ кДж}$

в)  $\Delta H = 23,3 \pm 0,01 \text{ кДж}$

г)  $\Delta H = 13,3 \pm 0,02 \text{ кДж}$

22. Определить графически корни уравнения  $e^x - x^2 = 0$

а) корень уравнения лежит в интервале  $(-0,5; 0)$

б) корень уравнения лежит в интервале  $(-1,5; -1,0)$

в) корень уравнения лежит в интервале  $(-2,5; -2,0)$

г) корень уравнения лежит в интервале  $(-1; -0,5)$

23. Решите приведенную задачу.

Найти с точностью  $\epsilon = 10^{-4}$  равновесные концентрации ионов водорода,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  и  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  в растворе щавелевой кислоты с концентрацией  $c = 0,100 \text{ моль/л}$ , если первая константа диссоциации  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^- \quad K_1 = 6,5 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$ , вторая константа диссоциации  $\text{HC}_2\text{O}_4^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \quad K_2 = 6,1 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$ .

а) 0,064 и 0,036 соответственно

б) 0,054 и 0,046 соответственно

в) 0,044 и 0,056 соответственно

г) 0,024 и 0,076 соответственно

24. Решить методом Ньютона задачу, приведенную ниже, с точностью до  $10^{-4}$

Найти с точностью  $\varepsilon = 10^{-4}$  равновесные концентрации ионов водорода,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  и  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  в растворе шавелевой кислоты с концентрацией  $c = 0,100$  моль/л, если первая константа диссоциации  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^-$   $K_1 = 6,5 \cdot 10^{-2}$  моль/л, вторая константа диссоциации  $\text{HC}_2\text{O}_4^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   $K_2 = 6,1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

- а) 0,053 и 0,047 соответственно
- б) 0,063 и 0,037 соответственно
- в) 0,043 и 0,057 соответственно
- г) 0,023 и 0,077 соответственно

25. Решите приведенную задачу. Методом половинного деления уточнить до  $\varepsilon = 10^{-3}$  корень уравнения, расположенный на отрезке  $[0,3; 0,4]$

В закрытом сосуде протекает реакция  $2\text{H}_2 + \text{S}_2 = 2\text{H}_2\text{S}$ .

Исходные концентрации компонентов реакции равны соответственно  $C_{\text{H}_2}, C_{\text{S}_2}, C_{\text{H}_2\text{S}}$ , константа равновесия процесса –  $K_C$ . В результате установления в системе состояния равновесия концентрация сероводорода изменилась на  $x$  моль/дм<sup>3</sup>. Уравнение, связывающее названные величины, имеет следующий вид:

$$0,5K_C x^3 + x^2(1 - K_C C_{\text{H}_2}) + x(2C_{\text{H}_2\text{S}} + 2K_C C_{\text{H}_2} C_{\text{S}_2} + 0,5K_C C_{\text{H}_2}^2) + C_{\text{H}_2\text{S}} - K_C C_{\text{H}_2}^2 C_{\text{S}_2} = 0.$$

Найти значения  $x$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$  моль/л, если

$$K_C^{800} = 113,7, C_{\text{H}_2} = 0,840 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{\text{S}_2} = 0,170 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{\text{H}_2\text{S}} = 0,005 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}.$$

- а)  $0,134 \pm 0,002$  моль/л
- б)  $0,330 \pm 0,002$  моль/л
- в)  $0,332 \pm 0,001$  моль/л
- г)  $0,231 \pm 0,001$  моль/л

26. Решите приведенную задачу. Методом хорд уточнить до  $\varepsilon = 0,001$  корень уравнения, расположенный на отрезке  $[0,3; 0,4]$

В закрытом сосуде протекает реакция  $2\text{H}_2 + \text{S}_2 = 2\text{H}_2\text{S}$ .

Исходные концентрации компонентов реакции равны соответственно  $C_{\text{H}_2}, C_{\text{S}_2}, C_{\text{H}_2\text{S}}$ , константа равновесия процесса –  $K_C$ . В результате установления в системе состояния равновесия концентрация сероводорода изменилась на  $x$  моль/дм<sup>3</sup>. Уравнение, связывающее названные величины, имеет следующий вид:

$$0,5K_C x^3 + x^2(1 - K_C C_{\text{H}_2}) + x(2C_{\text{H}_2\text{S}} + 2K_C C_{\text{H}_2} C_{\text{S}_2} + 0,5K_C C_{\text{H}_2}^2) + C_{\text{H}_2\text{S}} - K_C C_{\text{H}_2}^2 C_{\text{S}_2} = 0.$$

Найти значения  $x$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$  моль/л, если

$$K_C^{800} = 113,7, C_{\text{H}_2} = 0,840 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{\text{S}_2} = 0,170 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{\text{H}_2\text{S}} = 0,005 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}.$$

- а) 0,322 моль/л
- б) 0,134 моль/л
- в) 0,413 моль/л
- г) 0,231 моль/л

27. Решите приведенную задачу. Методом итераций уточнить до  $\varepsilon = 0,001$  корень уравнения, расположенный на отрезке  $[0,3; 0,4]$

В закрытом сосуде протекает реакция  $2H_2 + S_2 = 2H_2S$ .

Исходные концентрации компонентов реакции равны соответственно  $C_{H_2}$ ,  $C_{S_2}$ ,  $C_{H_2S}$ , константа равновесия процесса –  $K_C$ . В результате установления в системе состояния равновесия концентрация сероводорода изменилась на  $x$  моль/дм<sup>3</sup>. Уравнение, связывающее названные величины, имеет следующий вид:

$$0,5K_C x^3 + x^2(1 - K_C C_{H_2}) + x(2C_{H_2S} + 2K_C C_{H_2} C_{S_2} + 0,5K_C C_{H_2}^2) + C_{H_2S} - K_C C_{H_2}^2 C_{S_2} = 0.$$

Найти значения  $x$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$  моль/л, если

$$K_C^{800} = 113,7, C_{H_2} = 0,840 \frac{\text{моль}}{\text{л}}, C_{S_2} = 0,170 \frac{\text{моль}}{\text{л}}, C_{H_2S} = 0,005 \frac{\text{моль}}{\text{л}}.$$

- а)  $0,134 \pm 0,002$  моль/л                                  б)  $0,413 \pm 0,002$  моль/л  
в)  $0,231 \pm 0,001$  моль/л                                  г)  $0,333 \pm 0,001$  моль/л

28. Решите приведенную задачу.

Экспериментатор установил, что при определённой постоянной температуре действия паров бензола (1), дихлорэтана (2) и хлорбензола (3) в однофазной системе равно значениям, представленным в таблице. Найти значение давления пара чистых компонентов.

**Экспериментальные данные**

Состав смеси, мол. доли			Давление, P, Па
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	
0,80	0,10	0,10	1840
0,20	0,70	0,10	1860
0,05	0,05	0,90	236

**Ответ:**

- а)  $p_1 \approx 2037$  Па;  $p_2 \approx 2070$  Па;  $p_3 \approx 34$  Па;  
б)  $p_1 \approx 4037$  Па;  $p_2 \approx 4070$  Па;  $p_3 \approx 64$  Па  
в)  $p_1 \approx 1037$  Па;  $p_2 \approx 1070$  Па;  $p_3 \approx 104$  Па  
г)  $p_1 \approx 537$  Па;  $p_2 \approx 570$  Па;  $p_3 \approx 14$  Па

**Тема 4.** Применение информационных технологий для анализа химических систем

1 Какие типы экспериментов могут быть использованы для исследования свойств химической системы и протекающих в них процессов?

- а) проводимый в компьютерной лаборатории с использованием реактивов и лабораторного оборудования;  
б) проводимый в химической лаборатории с использованием реактивов и лабораторного оборудования;  
в) проводимый с использованием средств измерительной техники и физических моделей свойств и процессов;  
г) проводимый с использованием средств вычислительной техники и математических моделей свойств и процессов.

2. Какой этап проведения вычислительного эксперимента является первым?

- а) структурирование данных для построения расчетных таблиц;
- б) составление математической модели свойств химических объектов или протекающих в химической системе процессов;
- в) описание химической постановки задачи;
- г) составление расчетных формул электронных таблиц.

3. Какие приемы используются при реализации проектирования структуры расчетной таблицы?

- а) структурирование данных в таблицах;
- б) обязательное наличие подписей к ячейкам и столбцам исходных и расчетных данных;
- в) упрощение первоначального ввода расчетных формул;
- г) упрощения интерпретации полученных результатов.

4. Какие виды величин не будут храниться в тех или иных строках, столбцах или отдельных ячейках расчетной таблицы?

- а) константы;
- б) переменные;
- в) независимые;
- г) параметры.

5. Протолиз – это...:

- а) процесс передачи электронов между растворенным веществом и растворителем;
- б) разложение этого вещества с образованием новых соединений и воды;
- в) процесс передачи протонов  $H^+$  между растворенным веществом и растворителем;
- г) нет правильного ответа.

6. Укажите последовательность, как разместить подписи с названиями рядов данных в легенде диаграммы:

1. Щелкните диаграмму.
  2. Установите флажок «Добавить легенду».
  3. Выберите обозначение в списке «Элементы легенды (ряды)» и нажмите кнопку «Изменить».
  4. Щелкните диаграмму.
  5. Нажмите кнопку «элементы диаграммы» возле таблицы.
  6. Нажмите кнопку «Фильтры диаграммы» рядом с диаграммой, а затем щелкните «Выбрать данные».
  7. В поле «Имя ряда» введите новый элемент легенды.
  8. Теперь на диаграмме отображается легенда.
  9. Нажмите кнопку «ОК».
- а) 2, 7, 4(1), 9, 3, 1(4), 6, 5, 8;                      б) 1(4), 3, 5, 7, 9, 8, 6, 4(1), 2;  
в) 4(1), 5, 2, 8, 1(4), 6, 3, 7, 9;                      г) 5, 3, 1(4), 7, 9, 4(1), 2, 8, 6;
7. Установите соответствие:

А)                      1) процесс различных операций и действий над  
информационная    данными. Все процессы преобразования информации в  
технология            информационной системе

осуществляются с помощью информационных технологий  
 Б) 2) среда, составляющими элементами которой  
 информационная являются компьютеры, компьютерные сети, программные  
 система продукты, базы данных,  
 люди, различного рода технологические и программные  
 средства и т.д.

- а) А – 1; Б – 2; б) А – 2; Б – 1;  
 в) А – нет правильного варианта; Б – 1, 2;  
 г) А – 1, 2; Б – нет правильного варианта.

**Тема 5. Обработка экспериментальных данных**

1. Какое уравнение используется для определения частных коэффициентов скорости абсорбции для газовой фазы ...

а.  $K_r = f_1 \frac{D_r}{d} Re_r^k Pr_r^l \left(\frac{d}{h}\right)^m$ ; б.  $K_r = f_2 \frac{D_2}{d} Re_r^k Pr_r^l \left(\frac{d}{h}\right)^q$ ;  
 в.  $K_r = \varphi \frac{D_2}{d} Re_t Pr_t \left(\frac{d}{h}\right)^t$ ; г.  $K_r = f_2 \frac{D_2}{d} Re_t Pr_t \left(\frac{d}{h}\right)^t$ .

2. Какую величину можно найти с помощью уравнения ...

$$K = \frac{1}{f_1 \frac{D_r}{d} Re_r^k Pr_r^l \left(\frac{d}{h}\right)^m \frac{3600M}{22,4 * 760}} + \frac{1}{f_2 \frac{D_{ж}}{d} Re_{ж}^n Pr_{ж}^p \left(\frac{d}{h}\right)^q \frac{3600H}{760}}$$

- а. общий коэффициент абсорбции; б. число Рейнольда для газа;  
 в. кинематическую вязкость жидкости; г. константу Генри.

3. В чем измеряется коэффициент диффузии?

- а. кг/м<sup>2</sup>·ч·мм.рт.ст.; б. мм рт.ст.;  
 в. м<sup>2</sup>/сек; г. Па.;

4. Число Рейнольдса для жидкости можно найти...

а.  $Re = \frac{\omega_r d}{\vartheta_{ж}}$ ; б.  $Re = \frac{\omega_{ж} d}{\vartheta_{ж}}$ ; в.  $Re = \frac{\omega_r d}{D_{ж}}$ ; г.  $Re = \frac{\vartheta_{ж}}{D_{ж}}$ .

5. Число Прандтля для газа определяется по формуле...

а.  $Pr_r = \frac{\omega_r d}{\vartheta_r}$ ; б.  $Pr_r = \frac{\omega_{ж} d}{\vartheta_{ж}}$ ; в.  $Pr_r = \frac{\vartheta_r}{D_r}$ ; г.  $Pr_r = \frac{\vartheta_r}{D_{ж}} d$ .

6. Критерий Сантона (St) равен ...

а.  $\frac{Nu}{Re * Pr}$ ; б.  $\frac{q}{\gamma \omega_0 c_p}$ ; в.  $\frac{\alpha}{\gamma \omega_0 c_p}$ ; г.  $\frac{\omega_0}{k_0}$ .

7. Скорость звука в газе при температуре t<sub>ср</sub> равна ...

а.  $a_0 = \sqrt{\gamma t_{ср}}$ ; б.  $a_0 = \sqrt{\gamma R I_{ср}}$ ; в.  $a_0 = \sqrt{\gamma R t_{ср}}$ ; г.  $a_0 = \sqrt{R t_{ср}}$ .

8. Если произведение Gr·Pr > 10<sup>9</sup>, то критерий Нуссельта для газов равен ...

- а. Nu = 0,17Gr<sup>1/3</sup>·Pr<sup>1/3</sup>; б. Nu = 0,56Gr<sup>1/4</sup>·Pr<sup>1/4</sup>;  
 в. Nu = 0,47Gr<sup>1/4</sup>·Pr<sup>1/4</sup>; г. Nu = 0,12Gr<sup>1/3</sup>·Pr<sup>1/3</sup>.

9. Обратное число Рейнольдса можно найти по формуле ...

$$\text{a. } \pi_2 = \frac{\mu}{\gamma d^2}; \text{ б. } \pi_2 = \frac{n}{\gamma \mu d^2}; \text{ в. } \pi_2 = \frac{\mu}{\gamma n d^2}; \text{ г. } \pi_2 = \frac{\mu}{\gamma n d}.$$

10. Формула коэффициента расхода энергии...

$$\text{а. } \pi_1 = \frac{N}{\gamma n^2 d^5}; \text{ б. } \pi_1 = \frac{N}{\gamma n^3 d^5}; \text{ в. } \pi_1 = \frac{N}{\gamma n^3 d}; \text{ г. } \pi_1 = \frac{\gamma N}{n^3 d^5}.$$

11. Теория подобия – это ...

- а. наука, где естественный или искусственный объект, находится в соответствии с изучаемым объектом или с какой-либо из его сторон;
- б. наука о подобию процессов;
- в. учение о подобию явлений;
- г. учение, выражающие отношение различных одноименных величин в объекте и модели.

12. Треугольники подобны, если ...

- а. их соответственные углы равны, а сходственные стороны пропорциональны;
- б. если их соответственные углы пропорциональны, а сходственные стороны равны;
- в. если их соответственные углы и сходственные стороны равны;
- г. если их соответственные углы сходственные стороны пропорциональны.

13. Математическая формулировка геометрического подобия двух треугольников...

$$\text{а. } \frac{l_1'}{l_1} = \frac{l_2'}{l_2} = \frac{l_3'}{l_3} = A; \text{ б. } \frac{l_1}{l_1'} = \frac{l_2}{l_2'} = \frac{l_3}{l_3'} = A;$$
$$\text{в. } \frac{l_1'}{l_1} = \frac{l_2'}{l_2} = \frac{l_3'}{l_3} = 1; \text{ г. } \frac{w'}{w} = Aw.$$

14. Инварианта подобия обозначаются символом ...

- а. i;      б. r;      в. a;      г. y;

15. Симплексами подобия называются инварианты подобия, являющиеся отношением ...

- а. простых однородных величин;
- б. сложных однородных величин;
- в. простых неоднородных величин;
- г. сложных неоднородных величин.

16. Критерии подобия могут быть ...

- а. комплексными и простыми;
- б. простыми и сложными;
- в. основными и производными;
- г. определяющими и неопределяющими.

17. Критериями подобия могут называются инварианты подобия, выраженные ...

- а. более сложными безразмерными отношениями, составленными из нескольких простых параметров;
- б. более сложными размерными отношениями, составленными из нескольких простых параметров;

в. более сложными безразмерными отношениями, составленными из нескольких сложных параметров;

г. сложными безразмерными отношениями, составленными из нескольких простых величин.

18. Критерии, содержащие искомую величину, называются ...

а. неопределяющими; б. определяющими;

в. побочными; г. искомыми.

19. Какие критерии являются определяющими?

а. величины заданы наперед условиями однозначности;

б. величины неизвестны;

в. критерии, содержат искомую величину;

г. величины заданы некоторыми условиями.

20. Что лежит в основе теории подобия?

а. три теоремы; б. две теоремы;

в. четыре леммы; г. 3 леммы.

21. Какой критерий зависит от геометрической формы аппарата?

а. Прандля; б. Нуссельта;

в. Пекле; г. Рейнольдса.

22. Критерий Прандля это ...

а.  $Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{\frac{\omega l}{\alpha}}{\frac{\omega l}{\vartheta}} = \frac{\vartheta}{\alpha}$ ; б.  $Nu = f_0(Re, Gr, Pr)$ ;

в.  $\alpha = \frac{\lambda}{l} Nu = \frac{\lambda}{l} f_2\left(\frac{l}{l_0}, Re, Pr, Gr\right)$ ; г.  $C_l = C Pr^m Gr^r \left(\frac{l}{l_0}\right)^q$ .

23.  $Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$  это критерий ...

а. Пекле; б. Нуссельта; в. Прандля; г. Нишина.

24. Зависимость между  $Re$  и  $Nu$  выражается уравнением...

а.  $Nu = C Re^n$ ; б.  $lg Nu = lg C + n * lg Re$ ;

в.  $C = \frac{Nu}{Re^n}$ ; г.  $lg Nu = lg C_k + n * lg Re$ .

25. От каких значений зависит критерий Нуссельта?

а.  $\lambda, c, \rho, \mu$ ; б.  $\rho, \lambda, \mu$ ; в.  $m, r$  и  $q$ ; г.  $Re, Gr, Pe$ .

26. Условием теплового подобия для модели и производственного аппарата является:

а.  $\frac{\omega l}{\alpha} = \frac{\omega' l'}{\alpha'} = Pe$ ; б.  $Pe = idem$ ;

в.  $A_\alpha = \frac{A_\lambda}{A_l}$ ; г.  $\frac{\alpha l}{\lambda} = \frac{\alpha' l'}{\lambda'}$ .

27.  $Fr = \frac{gl}{\omega^2}$  это критерий ...

а. Фейлера; б. Фернольда; в. Фруда; г. Франкфурда.



## 1.2 ТЕМЫ ДОКЛАДОВ

### Тема 1. Величины, описывающие элемент процесса

1. Относительные величины
2. Абсолютные величины
3. Аддитивные ФВ
4. Размеры ФВ узнают в результате их измерения
5. Понятие о физической величине
6. Классификация величин по видам явлений
7. Классификация величин по принадлежности к различным группам физических процессов
8. Классификация величин по степени условной независимости от других величин
9. Классификация величин по наличию размерности
10. Основные физические величины
11. Метрическая система мер
12. Системы единиц физических величин
13. Системы единиц
14. Система СГС
15. Система МТС
16. Система МКГСС
17. Система МКСА
18. Внесистемные единицы ФВ
19. Международная система единиц
20. Основные единицы физических величин СИ
21. Единицы, имеющие специальные наименования
22. Размерность физической величины

### Тема 2. Основы технических расчетов

1. Классификация и понятие моделей
2. Физическое моделирование
3. Математическое моделирование
4. Классификация математических моделей
5. Принципы математического моделирования процессов химической технологии
6. Классификация параметров математической модели
7. Исследование ХТП методом математического моделирования
8. Определение и схема ХТП
9. Классификация уравнений модели
10. Этапы построения математической модели ХТП
11. Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий
12. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП)

13. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии
14. Метод физического и математического моделирования
15. Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии
16. Два подхода к составлению математических моделей процесс: детерминированный и стохастический, сферы использования
17. Математическое описание детерминированных ХТП
18. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций
19. Кинетические модели гомогенных химических реакций
20. Моделирование кинетики гетерогенных каталитических реакций
21. Графический метод
22. Метод средних
23. Метод наименьших квадратов (МНК)
24. Номограммы и их классификация
25. Номограммы из выравненных точек
26. Сетчатые номограммы
27. Транспарантная номограмма
28. Приближённые номограммы
29. Номограммы с параллельными функциональными шкалами
30. Номограммы с наклонными шкалами

### **Тема 3. Методы приближенных вычислений**

1. Элементы теории погрешностей
2. Обработка результатов измерений
3. Оценка погрешности измерений
4. Оценка точности отсчета на приборах
5. Определение абсолютной и относительной погрешности непосредственного измерения какой-нибудь величины
6. Выбор необходимой точности измерения
7. Вычисление средних погрешностей серии измерений
8. Вычисление относительной погрешности значения, получаемого в результате расчета по формуле, включающей несколько непосредственно измеренных величин
9. Выражение результатов физико-химических измерений в виде таблиц и графиков
10. Составление таблиц
11. Правила округления чисел
12. Интерполяция
13. Экстраполяция
14. Построение графиков
15. Выбор масштаба
16. Приближенные величины и действия с ними
17. Ошибки измерений
18. Систематические ошибки

19. Случайные ошибки
20. Промахи
21. Приближенные решения
22. Решение уравнений
23. Графическое решение уравнений
24. Решение уравнений методом итераций (последовательных приближений)
25. Решение систем уравнений
26. Вычисление определенных интегралов
27. Графический метод
28. Метод Симпсона
29. Метод трапеций

**Тема 4.** Применение информационных технологий для анализа химических систем

1. Анализ зависимости степени протолиза слабых кислот от концентрации кислоты
2. Применение электронных таблиц для типовых химических расчетов
3. Расчет стехиометрического состава, избытка и недостатка реагентов в необратимой химической реакции
4. Расчет кривой титрования сильной кислоты сильным основанием
5. Определение значений связанных физико-химических параметров с помощью решения нелинейного уравнения
6. Решение прямой задачи химического равновесия
7. Типовые приемы анализа химических систем с помощью электронных таблиц

**Тема 5.** Обработка экспериментальных данных

1. Линейная и квадратичная интерполяция
2. Статистический подход к обработке экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов
3. Парная линейная регрессия на примере исследования зависимости теплоемкости вещества
4. от температуры
5. Множественная линейная регрессия на примере исследования эмпирической зависимости выхода продукта от температуры и давления
6. Примеры построения и применения нелинейных регрессионных моделей

**Тема 6.** Решение задач химической кинетики

1. Кинетика простых реакций
2. Кинетические уравнения простых реакций
3. Методы определения частных порядков простых и сложных реакций
4. Зависимость скорости реакции от температуры

5. Энергия активации и методы ее определения
6. Энергия активации в теории переходного состояния
7. Определение параметров кинетического уравнения процесса химического меднения
8. О растворах химического меднения
9. Кинетика сложных реакций
10. Особенности кинетики быстрых реакций
11. Приближенные методы кинетики
12. Кинетика реакций в растворах. Их особенности
13. Кинетика каталитических реакций

### **1.3 ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ**

#### **Тема 1.** Величины, описывающие элемент процесса

1. Основные физические величины
2. Метрическая система мер
3. Системы единиц физических величин.
4. Система СГС
5. Система МТС
6. Система МКГСС
7. Система МКСА
8. Внесистемные единицы ФВ
9. Международная система единиц
10. Единицы, имеющие специальные наименования

#### **Тема 2.** Основы технических расчетов

1. Элементы прикладной гидравлики
2. Гидростатика и гидродинамика
3. Гидродинамическое подобие
4. Частные случаи движения жидкости
5. Движение жидкости по трубопроводам
6. Гидродинамика кипящего (псевдоожигеиногo) слоя
7. Перемещение. Насосы для перемещения жидкостей
8. Компрессоры
9. Механическое перемешивание жидкостей
10. Разделение гетерогенных систем. Основы расчета
11. Скорость осаждения. Фильтрация
12. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах, как основа построения математических моделей ХТП
13. Модель идеального перемешивания
14. Модель идеального вытеснения
15. Модель с неполным продольным смешением – диффузионная однопараметрическая модель
16. Модель с неполным продольным и поперечным смешением – диффузионная двухпараметрическая модель. Ячеечная модель

17. Реакторные процессы в химической промышленности
18. Структурный анализ процессов, протекающих в реакторе
19. Подход к построению математической модели химического реактора.
20. Формирование модели гомогенного реактора идеального перемешивания.
21. Типы функций, используемых при описании химико-технологических процессов
22. Построение графиков
23. Определение коэффициентов эмпирических формул
24. Графический метод
25. Метод средних
26. Метод наименьших квадратов (МНК)
27. Номограммы. Номография
28. Номограммы и их классификация
29. Изображения переменных
30. Классификация номограмм
31. Номограммы из выравненных точек
32. Сетчатые номограммы
33. Транспарантная номограмма
34. Погрешности вычислений по номограммам
35. Возможность представления уравнений номограммами
36. Приближённые номограммы
37. Построение номограмм
38. Функциональная шкала
39. Номограммы с параллельными функциональными шкалами
40. Номограммы с наклонными шкалами

### **Тема 3. Методы приближенных вычислений**

1. Обработка результатов измерений
2. Оценка точности отсчета на приборах
3. Вычисление средних погрешностей серии измерений
4. Вычисление относительной погрешности значения, получаемого в результате расчета по формуле, включающей несколько непосредственно измеренных величин
5. Выражение результатов физико-химических измерений в виде таблиц и графиков
6. Составление таблиц
7. Интерполяция и экстраполяция
8. Ошибки измерений
9. Метод Симпсона
10. Метод трапеций

**Тема 4. Применение информационных технологий для анализа химических систем**

1. Решение систем нелинейных уравнений. Выбор начальных приближений
2. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона
3. Решение систем нелинейных уравнений. Метод итераций
4. Численные методы одномерной оптимизации. Метод дихотомии
5. Численные методы одномерной оптимизации. Метод золотого сечения
6. Численные методы одномерной оптимизации. Встроенная подпрограмма EXCEL “Поиск решения”
7. Многомерные задачи оптимизации. Безусловная оптимизация: метод покоординатного спуска
8. Многомерные задачи оптимизации. Безусловная оптимизация: метод наискорейшего спуска
9. Многомерные задачи оптимизации. Безусловная оптимизация: подпрограмма EXCEL “Поиск решения”
10. Многомерные задачи оптимизации. Условная оптимизация: метод штрафных функций
11. Многомерные задачи оптимизации. Условная оптимизация: подпрограмма EXCEL “Поиск решения”
12. Многомерные задачи оптимизации. Условная оптимизация: линейное программирование
13. Метод наименьших квадратов
14. Вычисление определенных интегралов
15. Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения

#### **Тема 5. Обработка экспериментальных данных**

16. Решение нелинейного уравнения с одним неизвестным. Отделение корней
17. Решение нелинейного уравнения с одним неизвестным. Уточнение корней: метод итераций
18. Решение нелинейного уравнения с одним неизвестным. Уточнение корней: метод Ньютона
19. Решение нелинейного уравнения с одним неизвестным. Уточнение корней: метод бисекции ( деления отрезка пополам)
20. Решение нелинейного уравнения с одним неизвестным. Уточнение корней: подпрограмма EXCEL “Подбор параметра”
21. Системы линейных алгебраических уравнений. Матричный метод
22. Системы линейных алгебраических уравнений. Метод приближенных вычислений
23. Системы линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса – Зайделя
24. Метод Эйлера
25. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка

26. Метод прогноза и коррекции: метод Адамса
27. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений
28. Задача Коши
29. Краевая задача: метод стрельбы
30. Краевая задача: метод прогонки
31. Численное решение уравнений с частными производными

**Тема 6.** Решение задач химической кинетики

1. Решение задач химической кинетики
2. Постановка прямой задачи химической кинетики
3. Кинетика необратимых химических реакций
4. Кинетика обратимых химических реакций
5. Кинетика многостадийных химических реакций
6. Методы решения дифференциальных уравнений первого порядка
7. Решение прямой задачи химической кинетики с помощью электронных таблиц
8. Постановка и методы решения обратной задачи химической кинетики
9. Решение обратной задачи химической кинетики с помощью электронных таблиц
10. Исследование кинетических кривых химических реакций

**Шкала оценивания:** 5 балльная.

**Критерии оценивания** (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, при этом убедительно и аргументированно изложена собственная позиция автора по рассматриваемому вопросу; структура реферата логична; изучено большое количество актуальных источников, грамотно сделаны ссылки на источники; самостоятельно подобран яркий иллюстративный материал; сделан обоснованный убедительный вывод; отсутствуют замечания по оформлению реферата.

**4 баллов** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, сделана попытка самостоятельного осмысления темы; структура реферата логична; изучено достаточное количество источников, имеются ссылки на источники; приведены уместные примеры; сделан обоснованный вывод; имеют место незначительные недочеты в содержании и (или) оформлении реферата.

**3 баллов** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта неполно и (или) в изложении темы имеются недочеты и ошибки; структура реферата логична; количество изученных источников менее рекомендуемого, сделаны ссылки на источники; приведены общие примеры; вывод сделан, но имеет признаки

неполноты и неточности; имеются замечания к содержанию и (или) оформлению реферата.

**2 баллов** (или оценка «**неудовлетворительно**») выставляется обучающемуся, если содержание реферата имеет явные признаки плагиата и (или) тема реферата не раскрыта и (или) в изложении темы имеются грубые ошибки; материал не структурирован, излагается непоследовательно и сбивчиво; количество изученных источников значительно менее рекомендуемого, неправильно сделаны ссылки на источники или они отсутствуют; не приведены примеры или приведены неверные примеры; отсутствует вывод или вывод расплывчат и неконкретен; оформление реферата не соответствует требованиям.



## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

#### 1 Вопросы в открытой форме.

- 1.1 Что подразумевает понятие физическая величина?
- 1.2 Что такое размер физической величины?
- 1.3 Физическая величина и её числовое значение.
- 1.4 Как определить значение физической величины?
- 1.5 Как образуется система единиц?
- 1.6 Какие единицы относят к основным единицам СИ?
- 1.7 Что отражают формулы размерности?
- 1.8 Что означает термин «размерность физической величины»?
- 1.9 Что такое размерная физическая величина, безразмерная физическая величина?
- 1.10 Что такое внесистемные единицы физических величин?
- 1.11 Что такое значащие цифры? Каковы способы представления результатов измерений?
- 1.12 Какие системы единиц измерения существуют?
- 1.13 Какие классификации моделей существуют?
- 1.14 Что такое физическое моделирование?
- 1.15 Что такое математическое моделирование?
- 1.16 Какая существует классификация математических моделей?
- 1.17 Какие принципы математического моделирования процессов химической технологии вы знаете?
- 1.18 На чем основана классификация параметров математической модели?
- 1.19 На чем основано исследование ХТП методом математического моделирования?
- 1.20 Что такое ХТП?
- 1.21 Какая классификация уравнений модели существует?
- 1.22 Каковы основные этапы построения математической модели ХТП?
- 1.24 На чем основаны математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий?
- 1.25 В чем заключается суть математического моделирования как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП)?
- 1.26 Какие методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии существуют?
- 1.27 Что такое моделирование кинетики гомогенных химических реакций?
- 1.28 Каковы особенности номограмм с наклонными шкалами вы знаете?

- 1.29 На чем основан графический метод определения коэффициентов эмпирических формул
- 1.30 Что такое метод средних?
- 1.31 Что такое МНК?
- 1.32. Какая классификация номограмм существует?
- 1.33 Что такое номограммы из выравненных точек?
- 1.34 Что такое приближённые номограммы?
- 1.35 Что такое транспарантная номограмма?
- 1.36 Что такое номограммы с параллельными функциональными шкалами?
- 1.37 Что такое номограммы с наклонными шкалами?
- 1.38 Какой тип ссылок необходим для использования в расчетных формулах переменных величин?
- 1.39 Какой тип ссылок необходим для использования в расчетных формулах констант (параметров расчетов)?
- 1.40 Какие расчетные величины изменяются при изменении объема раствора и почему?
- 1.41 Какие расчетные величины не изменяются при изменении объема раствора и почему?
- 1.42 Для чего нужно ручное указание минимального и/или максимального значения на осях?
- 1.43 Как разместить подписи с названиями рядов данных в легенде диаграммы?
- 1.44 Какими способами можно внести названия диаграммы и ее осей?
- 1.45 Какой тип ссылок используется в расчетных формулах?
- 1.46 Для чего используется текстовая функция СЦЕПИТЬ? Каковы ее аргументы?
- 1.47 Для чего используется логическая функция ЕСЛИ?
- 1.48 Как учитываются требования химической номенклатуры при составлении формулы соединения из символов атомов и стехиометрических коэффициентов?
- 1.49 Какой тип диаграммы необходимо использовать и почему?
- 1.50 Необходимо получить заданное количество грамм продукта реакции. Как использовать для решения этой задачи предложенную структуру таблицы расчета стехиометрического баланса реакции?

## 2 Вопросы в закрытой форме.

- 2.1 Какое уравнение используется для определения частных коэффициентов скорости абсорбции для газовой фазы ...

$$\text{а. } K_{\Gamma} = f_1 \frac{D_{\Gamma}}{d} \text{Re}_{\Gamma}^k \text{Pr}_{\Gamma}^l \left( \frac{d}{h} \right)^m ;$$

$$\text{б. } K_{\Gamma} = f_2 \frac{D_2}{d} \text{Re}_{\Gamma}^k \text{Pr}_{\Gamma}^l \left( \frac{d}{h} \right)^q ;$$

$$\text{в. } K_r = \varphi \frac{D_2}{d} \text{Re}_t \text{Pr}_t \left( \frac{d}{h} \right)^t;$$

$$\text{г. } K_r = f_2 \frac{D_2}{d} \text{Re}_t \text{Pr}_t \left( \frac{d}{h} \right)^t.$$

2.2 Какую величину можно найти с помощью уравнения ...

$$K = \frac{1}{\frac{1}{f_1 \frac{D_r}{d} \text{Re}_r^k \text{Pr}_r^l \left( \frac{d}{h} \right)^m \cdot \frac{3600M}{22,4 \cdot 760}} + \frac{1}{f_2 \frac{D_{ж}}{d} \text{Re}_{ж}^n \text{Pr}_{ж}^p \left( \frac{d}{h} \right)^q \frac{3600H}{760}}}$$

- а. общий коэффициент абсорбции;
- б. число Рейнольда для газа;
- в. кинематическую вязкость жидкости;
- г. константу Генри.

2.3 В чем измеряется коэффициент диффузии?

- а. кг/м<sup>2</sup>·ч·мм.рт.ст.;
- б. мм рт.ст.;
- в. м<sup>2</sup>/сек.;
- г. Па.;

2.4 Число Рейнольдса для жидкости можно найти...

$$\text{а. } \text{Re} = \frac{w_r d}{\nu_{ж}}; \quad \text{б. } \text{Re} = \frac{w_{ж} d}{\nu_{ж}};$$

$$\text{в. } \text{Re} = \frac{w_r d}{D_{ж}}; \quad \text{г. } \text{Re} = \frac{\nu_{ж}}{D_{ж}}.$$

2.5 Число Прандтля для газа определяется по формуле...

$$\text{а. } \text{Pr}_r = \frac{w_r d}{\nu_r}; \quad \text{б. } \text{Pr}_r = \frac{w_{ж} d}{\nu_{ж}};$$

$$\text{в. } \text{Pr}_r = \frac{\nu_r}{D_r}; \quad \text{г. } \text{Pr}_r = \frac{\nu_r}{D_{ж}} d.$$

2.6 Критерий Сантона (St) равен ...

$$\text{а. } \frac{\alpha}{\gamma \omega_0 c_p}; \quad \text{б. } \frac{q}{\Delta t \gamma \omega_0 c_p};$$

$$\text{в. } \frac{\alpha}{\gamma \omega_0 c_p}; \quad \text{г. } \omega_0 / k_0.$$

2.7 Скорость звука в газе при температуре  $t_{cp}$  равна ...

$$\text{а. } a_0 = \sqrt{\gamma t_{cp}}; \quad \text{б. } a_0 = \sqrt{\gamma R I_{cp}};$$

$$\text{в. } a_0 = \sqrt{\gamma R t_{cp}}; \quad \text{г. } a_0 = \sqrt{R t_{cp}}.$$

2.8 Если произведение  $\text{Gr} \cdot \text{Pr} > 10^9$ , то критерий Нуссельта для газов равен ...

$$\text{а. } \text{Nu} = 0,17 \text{Gr}^{1/3} \cdot \text{Pr}^{1/3}; \quad \text{б. } \text{Nu} = 0,56 \text{Gr}^{1/4} \cdot \text{Pr}^{1/4};$$

$$\text{в. } \text{Nu} = 0,47 \text{Gr}^{1/4} \cdot \text{Pr}^{1/4}; \quad \text{г. } \text{Nu} = 0,12 \text{Gr}^{1/3} \cdot \text{Pr}^{1/3}.$$

2.9 Обратное число Рейнольдса можно найти по формуле ...

$$\text{а. } \pi_2 = \frac{\mu}{\gamma d^2}; \quad \text{б. } \pi_2 = \frac{n}{\gamma \mu d^2};$$

$$\text{в. } \pi_2 = \frac{\mu}{\gamma n d^2}; \quad \text{г. } \pi_2 = \frac{\mu}{\gamma n d}.$$

2.10 Формула коэффициента расхода энергии...

$$\text{а. } \pi_1 = \frac{N}{\gamma n^2 d^5}; \quad \text{б. } \pi_1 = \frac{N}{\gamma n^3 d^5}; \quad \text{в. } \pi_1 = \frac{N}{\gamma n^3 d}; \quad \text{г. } \pi_1 = \frac{\gamma N}{n^3 d^5}.$$

2.11 Теория подобия – это ...

- а. наука, где естественный или искусственный объект, находится в соответствии с изучаемым объектом или с какой-либо из его сторон;
- б. наука о подобии процессов;
- в. учение о подобии явлений;
- г. учение, выражающее отношение различных одноименных величин в объекте и модели.

2.12 Треугольники подобны, если ...

- а. их соответственные углы равны, а сходственные стороны пропорциональны;
- б. если их соответственные углы пропорциональны, а сходственные стороны равны;
- в. если их соответственные углы и сходственные стороны равны;
- г. если их соответственные углы сходственные стороны пропорциональны.

2.13 Математическая формулировка геометрического подобия двух треугольников...

$$\text{а. } \frac{l_1}{l_1'} = \frac{l_2}{l_2'} = \frac{l_3}{l_3'}; \quad \text{б. } \frac{l_1}{l_1'} = \frac{l_2}{l_2'} = \frac{l_3}{l_3'} = k;$$

$$\text{в. } \frac{l_1}{l_1'} = \frac{l_2}{l_2'} = \frac{l_3}{l_3'} = k; \quad \text{г. } \frac{l_1}{l_1'} = \frac{l_2}{l_2'} = \frac{l_3}{l_3'} = k.$$

2.14 Инварианта подобия обозначаются символом ...

- а. i;      б. r;      в. a;      г. y;

2.15 Симплексами подобия называются инварианты подобия, являющиеся отношением ...

- а. простых однородных величин;
- б. сложных однородных величин;
- в. простых неоднородных величин;
- г. сложных неоднородных величин.

2.16 Критерии подобия могут быть ...

- а. комплексными и простыми;
- б. простыми и сложными;
- в. основными и производными;
- г. определяющими и неопределяющими.

2.17 Критериями подобия могут называться инварианты подобия, выраженные ...

- а. более сложными безразмерными отношениями, составленными из нескольких простых параметров;
- б. более сложными размерными отношениями, составленными из нескольких простых параметров;

в. более сложными безразмерными отношениями, составленными из нескольких сложных параметров;

г. сложными безразмерными отношениями, составленными из нескольких простых величин.

2.18 Критерии, содержащие искомую величину, называются ...

а. неопределяющими; б. определяющими;

в. побочными; г. искомыми.

2.19 Какие критерии являются определяющими?

а. величины заданы наперед условиями однозначности;

б. величины неизвестны;

в. критерии, содержат искомую величину;

г. величины заданы некоторыми условиями.

2.20 Что лежит в основе теории подобия?

а. три теоремы; б. две теоремы;

в. четыре леммы; г. 3 леммы.

2.21 Какой критерий зависит от геометрической формы аппарата?

а. Прандля; б. Нуссельта;

в. Пекле; г. Рейнольдса.

2.22 Критерий Прандля это ...

а.  $Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{\frac{\omega l}{\alpha}}{\frac{\omega l}{v}} = \frac{v}{\alpha}$ ; б.  $Nu = f_0(Re, Gr, Pr)$ ;

в.  $\alpha = \frac{\lambda}{l} Nu = \frac{\lambda}{l} f_2\left(\frac{l}{l_0}, Re, Pr, Gr\right)$ ; г.  $C_k = C Pr^m Gr^r \left(\frac{l}{l_0}\right)^q$ .

2.23  $Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$  это критерий ...

а. Пекле; б. Нуссельта; в. Прандля; г. Нишина.

2.24 Зависимость между Re и Nu выражается уравнением...

а.  $Nu = C Re^n$ ; б.  $\lg Nu = \lg C + n \lg Re$ ;

в.  $C = \frac{Nu}{Re^n}$ ; г.  $\lg Nu = \lg C_k + n \lg Re$ .

2.25 От каких значений зависит критерий Нуссельта?

а.  $\lambda, c, \rho, \mu$ ; б.  $\rho, \lambda, \mu$ ; в.  $m, r$  и  $q$ ; г.  $Re, Gr, Pe$ .

2.26 Условием теплового подобия для модели и производственного аппарата является:

а.  $\frac{\omega l}{\alpha} = \frac{\omega' l'}{\alpha'} = Pe$ ; б.  $Pe = idem$ ; в.  $A_\alpha = \frac{A_\lambda}{A_t}$ ; г.  $\frac{\alpha l}{\lambda} = \frac{\alpha' l'}{\lambda'}$ .

2.27  $Fr = \frac{gl}{\omega^2}$  это критерий ...

а. Фейлера;

б. Фернольда;

в. Фруда;

г. Франкфурда.

2.28 Функциональная зависимость в общем случае между  $k+1$  размерными величинами  $N$  и  $n_i$  ( $\omega, L, \rho, \mu, g, \dots$ ) выражается как соотношение между величинами  $\pi$  и  $\pi_i$  ( $i = 4, 5, \dots, k$ ), каждая из которых

есть безразмерная степенная комбинация величин, входящих в функциональную зависимость. Эта теорема называется ...

а. N-теоремой; б. k-теоремой; в. L-теоремой; г.  $\pi$  - теоремой.

2.29 Что позволяет определить  $\pi$  - теорема?

а. связь между самими переменными;

б. между некоторыми, составленными по определенным законам безразмерными их отношениями;

в. определить функциональную зависимость;

г. связь между величинами.

2.30 Величина  $\pi_5$  представляет собой критерий ...

а. Фруда; б. Эйлера; в. Рейнольдса; г. Гельмгольца.

2.31 Формула, которая характеризует силу ускорения, действующую на элемент массы конденсата имеет вид:

а.  $(s-y) dx y g \sin T$ ;

б.  $(s-y) dx y l g \sin \varphi$ ;

в.  $(s-y) dx y g \cos \varphi$ ;

г.  $(s-y) dx y g \sin \varphi$ .

2.32 Выберите критериальные уравнения, определяющие частные коэффициенты скорости абсорбции для газовой и жидкой фаз:

а.  $K_r = f_1 \frac{D_r}{d} Re_r^k P_r^l \left(\frac{d}{h}\right)^m \text{м/сек}$ ;

б.  $K_{ж} = f_2 \frac{D_{ж}}{d} Re_{ж}^n P_{ж}^p \left(\frac{d}{h}\right)^q \text{м/сек}$ ;

в.  $K_r = f_1 \frac{D_r}{d} Re_r^k P_r^l \left(\frac{h}{d}\right)^m \text{м/сек}$ ;

г.  $K_{ж} = f_2 \frac{D_{ж}}{d} Re_{ж}^n P_{ж}^p \left(\frac{h}{d}\right)^q \text{м/сек}$ .

2.33 Выберите уравнение для общего коэффициента абсорбции:

а.  $K = \frac{1}{\frac{1}{f_1 Re_k Pr_l \left(\frac{d}{h}\right)^m \frac{3600M}{22,4 \cdot 760}} + \frac{1}{f_2 \frac{D_{ж}}{d} Re_{ж}^n P_{ж}^p \left(\frac{d}{h}\right)^q \frac{3600}{760}}}$ ;

б.  $K = \frac{1}{\frac{1}{f_1 Re_k Pr_l \left(\frac{h}{d}\right)^m \frac{3600M}{22,4 \cdot 760}} + \frac{1}{f_2 \frac{D_{ж}}{d} Re_{ж}^n P_{ж}^p \left(\frac{h}{d}\right)^q \frac{3600}{760}}}$ ;

в.  $K = \frac{1}{\frac{1}{f_1 Re_k Pr_l \left(\frac{d}{h}\right)^m \frac{3600M}{22,4 \cdot 760}} + \frac{1}{f_2 \frac{D_{ж}}{d} Re_{ж}^n P_{ж}^p \left(\frac{d}{h}\right)^q \frac{3600}{760}}}$ ;

г.  $K = \frac{1}{\frac{1}{f_1 Re_k Pr_l \left(\frac{d}{h}\right)^m \frac{3600M}{22,4 \cdot 760}} + \frac{1}{f_2 \frac{D_{ж}}{d} Re_{ж}^n P_{ж}^p \left(\frac{d}{h}\right)^q \frac{3600}{760}}}$ .

2.34 Как обозначается константа Генри?

а. F; б. K; в. H; г. B.

2.35 По какой формуле определяется число Прандтля для газа?

а.  $Pr_r = \frac{H}{D}$ ; б.  $Pr_r = \frac{v_r}{D_r}$ ; в.  $Pr_r = \frac{D_r}{v_r}$ ; г.  $Pr_r = v_r D_r$ .

2.36 В каких единицах измерения определяется коэффициент диффузии для газа ( $D_r$ )?

а. л/м; б. г/л; в. м<sup>2</sup>/сек; г. 2к км/ч.

2.37 По какой формуле определяется число Прандтля для жидкости?

А)  $Pr_{ж} = \frac{H}{D}$ ;

Б)  $Pr_{ж} = \frac{u_{ж}}{D_{ж}}$ ;

В)  $Pr_{ж} = \frac{D_{ж}}{u_{ж}}$ ;

Г)  $Pr_{ж} = u_{ж} D_{ж}$ .

2.38 По какой формуле определяется число Рейнольда для жидкости?

а)  $Re_{ж} = WD$ ;

в)  $Re_{ж} = W_{ж} d / \nu_{ж}$ ;

б)  $Re = WQ$ ;

г)  $Re_{ж} = WD_{ж}$ .

2.39 По какой формуле определяется число Рейнольда для газа?

а)  $Re_{г} = W_{г} d / \nu_{г}$ ;

в)  $Re_{г} = W_{г} d$ ;

б)  $Re_{г} = WD_{г}$ ;

г)  $Re_{г} = WD_{г}$ .

2.40 В каких единицах измеряется константа Генри?

а) моль/л;

в)  $m^2/c$ ;

б)  $m/c$ ;

г)  $кг/м^2 \cdot ат$ .

2.41 В каких единицах измеряется скорость абсорбции для газовой и жидкой фаз?

а)  $m/c$ ;

в)  $m^2/c$ ;

б)  $км/с$ ;

г) моль.

2.42 От каких величин зависит показатель степени  $n$ :

а)  $E, Pr_{ж}, D$ ;

б)  $E, D, H$ ;

в)  $H, Pr_{ж}, D$ ;

г)  $H, E, Pr_{ж}$ .

2.43 Коэффициент  $f_1$  выражается формулой:

а)  $f_1 = \frac{d}{4,73 \cdot D_{ж} \cdot Pr_{ж}^p \cdot \left(\frac{d}{h}\right)^q \cdot H \cdot E}$ ;

б)  $f_1 = \frac{d}{0,211 \cdot A \cdot D_r \cdot Pr_F^l \cdot \left(\frac{d}{h}\right)^m \cdot M}$ ;

в)  $f_1 = \frac{d}{0,211 \cdot A \cdot D_r \cdot \left(\frac{d}{h}\right)^q \cdot H \cdot M}$ ;

г)  $f_1 = \frac{d}{4,73 \cdot D_{ж} \cdot Pr_{ж}^p \cdot \left(\frac{d}{h}\right)^q \cdot H}$ .

2.44  $N$  в формуле  $f_2 = \frac{d}{4,73 \cdot D_{ж} \cdot Pr_{ж}^p \cdot \left(\frac{d}{h}\right)^q \cdot H \cdot E}$  это:

а) критерий Нуссельта;

б) константа Генри;

в) число Прандтля;

г) коэффициент абсорбции.

2.45 Напишите формулу скорости звука в газе при температуре  $t_{ср}$ :

А)  $a_0 = \sqrt{\gamma R t_{ср}}$ ;

Б)  $a_0 = \sqrt{R t_{ср}}$ ;

В)  $a_0 = \gamma R t_{ср}$ ;

Г)  $a_0 = \gamma t_{ср}$ ;

2.46 Напишите формулу критерия Маха:

A)  $Ma = \frac{\alpha}{\gamma \omega_0 c_{cp}}$ ;      Б)  $Ma = \frac{a_0^2}{\gamma - 1}$ ;      В)  $Ma = \frac{\alpha}{\gamma \omega_0}$ ;      Г)  $Ma = \frac{\omega_0}{a_0}$ ;

2.47 Напишите формулу критерия Сантона (St):

A)  $St = \frac{Nu}{l_{cp} Re}$ ;      Б)  $St = \frac{Nu}{Re * Pr}$ ;      В)  $St = \frac{Pr}{Re}$ ;      Г)  $St = \frac{Nu}{Re}$ ;

2.48 Напишите выражение для вычисления коэффициентов скорости теплоотдачи для ламинарных потоков и вязких жидкостей:

A)  $Nu = 0,023 * Re^{0,8} Pr^{0,4}$ ;      Б)  $Nu = 0,027 * Re^{0,8} Pr^{0,83}$ ;  
 В)  $Nu = 0,027 * \left(\frac{\mu}{\mu_{ст}}\right)^{0,14} Re^{0,8} Pr^{0,83}$ ;      Г)  $Nu = 0,023 * \left(\frac{\mu}{\mu_{ст}}\right)^{0,14} Re^{0,8} Pr^{0,83}$ ;

2.49 Напишите выражение для вычисления коэффициентов скорости теплоотдачи для турбулентного потока:

A)  $Nu = 0,027 * Re^{0,8} Pr^{0,83}$ ;      Б)  $Nu = 0,023 * Re^{0,8} Pr^{0,83}$ ;  
 В)  $Nu = 0,027 * Re^{0,8} Pr^{0,4}$ ;      Г)  $Nu = Re^{0,8} Pr^{0,4}$ ;

2.50 Вставьте пропущенные слова в определение: Тормозящая сила состоит из ...усилия со стороны ... или пара на свободной поверхности конденсата X и из ...усилия внутренней граничной пленки рассматриваемого элемента жидкости.

- а. Удерживающего, жидкости, задерживающего;
- б. Удерживающего, газа, задерживающего;
- в. Задерживающего, твердого вещества, удерживающего;
- г. Задерживающего, жидкости, удерживающего.

2.51 Напишите формулу тормозящей силы:

а.  $\mu \frac{\partial \omega_y}{\partial y} dx$ ;  
 б.  $\mu \frac{\partial \omega^y}{\partial y} dx$ ;  
 в.  $(\mu \partial \omega^y / \partial y) * dx$ ;  
 г.  $\mu \frac{\partial y}{\partial \omega_y} dx$ .

2.52 От чего зависит разность значений массовых скоростей жидкости:

- а. От конденсации паров;
- б. От количества выделяющейся теплоты;
- в. От массы реагенты;
- г. От температуры.

2.53 Напишите формулу скорости конденсации:

а.  $\lambda (t_n - t_{ст}) \frac{dx}{s}$ ;  
 б.  $\lambda (t_{ст} - t_n) \frac{dx}{s}$ ;  
 в.  $\frac{\lambda (t_n - t_{ст})}{dx s}$ ;  
 г.  $\frac{\lambda (t_{ст} - n)}{dx s}$ .

2.54 Размерность скорости  $\omega_0$  частицы потока:

- а) м/с;      б) с/м      в) км/с;      ;      г) мм/с.

2.55 Размерность длины L:

- а) см;      б) мм;      в) м;      г) дм.

2.56 Размерность плотности  $\rho_0$  частицы:



а)  $\text{кг}/\text{м}^3$ ; б)  $\text{кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ; в)  $\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^4$ ; г)  $\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^3$ .

2.57 В формуле  $T = f(\omega, S, \rho, \mu, g, p, \frac{\alpha}{L}, \theta^0)$   $\omega$  это:

а) площадь пластины; б) скорость обтекания;  
в) скорость потока; г) плотность жидкости.

2.58 Теплопроводность теплоносителя обозначается:

а)  $S$ ; б)  $\lambda_T$ ; в)  $Q$ ; г)  $c$ .

2.59 Функциональная зависимость в общем случае между  $k+1$  размерными величинами  $N$  и  $n_i$  ( $\omega, L, \rho, \mu, g, \dots$ ) выражается как соотношение между  $(k+1-3)$  величинами  $\pi$  и  $\pi_i$  ( $i = 4, 5, \dots, k$ ), каждая из которых есть безразмерная степенная комбинация величин, входящих в функциональную зависимость. Данная теорема называется:

а)  $\sigma$ -теоремой; в)  $\theta$ -теоремой;  
б)  $\gamma$ -теоремой; г)  $\pi$ -теоремой.

2.60 Критерий Рейнольдса имеет вид:

а)  $\pi = \frac{T}{\omega^2 S \rho}$ ; в)  $\pi = \frac{\mu}{\omega \rho \sqrt{S}}$ ;  
б)  $\pi = \frac{g \sqrt{S}}{\omega^2}$ ; г)  $\pi = \frac{p}{\rho \omega^2}$ .

2.61 Критерий Эйлера имеет вид:

а)  $\pi = \frac{T}{\omega^2 S \rho}$ ; в)  $\pi = \frac{\mu}{\omega \rho \sqrt{S}}$ ;  
б)  $\pi = \frac{g \sqrt{S}}{\omega^2}$ ; г)  $\pi = \frac{p}{\rho \omega^2}$ .

2.62 Критерий Фруда имеет вид:

а)  $\pi = \frac{T}{\omega^2 S \rho}$ ; в)  $\pi = \frac{\mu}{\omega \rho \sqrt{S}}$ ;  
б)  $\pi = \frac{g \sqrt{S}}{\omega^2}$ ; г)  $\pi = \frac{p}{\rho \omega^2}$ .

2.63 Если уравнение содержит 6 размерных величин, для определения которых использовано 3 первичных единицы измерения, то безразмерная форма данного уравнения должна содержать:

а) 2 критерия подобия; в) 3 критерия подобия;  
б) 9 критериев подобия; г) 18 критериев подобия.

2.64 Дифференциальное уравнение для диффузии в движущейся среде имеет вид...

а.  $D \left( \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right) = W_x \frac{\partial c}{\partial y} + W_y \frac{\partial c}{\partial x} + W_z \frac{\partial c}{\partial z}$

б.  $D \left( \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) = W_x \frac{\partial c}{\partial y} + W_y \frac{\partial c}{\partial x}$

в.  $A_v \frac{Ac}{At} = A_m \frac{Ac}{At}$

г.  $\frac{A_M A \omega_x}{A_l^2} = A_\omega \frac{A \omega_x}{A_l} A_\rho$

2.65 Критерий подобия Пекле:

а.  $P_{e'} = \frac{\omega x}{D_x}$  б.  $P_{e'} = \frac{\omega l}{D}$  в.  $A_\omega = \frac{A_D}{A_T}$  г.  $P_{e'} = \frac{\omega D}{D_T}$

2.66 Выражение для коэффициента экстракции  $a_{эк}$ :

$$\text{а. } a'_{\text{ЭК}} = D' \frac{\frac{\partial c'}{\partial x}}{c' + c_0}; \quad \text{б. } a'_{\text{ЭК}} = -D' \frac{\frac{\partial x'}{\partial c}}{c' + c_0};$$

$$\text{в. } a'_{\text{ЭК}} = -D \frac{\frac{\partial c}{\partial x}}{c' - c_0}; \quad \text{г. } a'_{\text{ЭК}} = -D \frac{\frac{\partial c'}{\partial x}}{c' + c_0};$$

2.67 Уравнение неразрывности (или сплошности) имеет вид ...

$$\text{а. } V = \frac{\partial x}{\partial c} + m \frac{\partial c}{\partial \tau} = 0; \quad \text{б. } V = \frac{\partial x}{\partial c} - m \frac{\partial c}{\partial \tau} - n \frac{\partial z}{\partial \tau} = 0;$$

$$\text{в. } V = \frac{\partial x}{\partial c} - m \frac{\partial c}{\partial \tau} - n \frac{\partial z}{\partial \tau} = 0; \quad \text{г. } V = \frac{\partial x}{\partial c} + m \frac{\partial c}{\partial \tau} + n \frac{\partial z}{\partial \tau} = 0;$$

2.68 Движущей силой диффузии является...

а. Сумма концентраций растворенного вещества в соприкасающихся слоях жидкости;

б. Разность концентраций растворенного вещества в соприкасающихся слоях жидкости;

в. Произведение концентраций растворенного вещества в соприкасающихся слоях жидкости;

г. Отношение концентраций растворенного вещества в соприкасающихся слоях жидкости;

2.68 Увеличение количества извлекаемого вещества за промежуток времени  $\Delta\tau$ :

$$\text{а. } [m(c' - \Delta c') - n(z' - \Delta z')] dx + (mc' - nz') dx = [m\Delta c' - n\Delta z'] dx;$$

$$\text{б. } [m(c' - \Delta c') - n(z' - \Delta z')] dx;$$

$$\text{в. } [m(c' + \Delta c') + n(z' + \Delta z')] dx - (mc' + nz') dx = [m\Delta c' + n\Delta z'] dx;$$

$$\text{г. } [m(c' + \Delta c') + n(z' - \Delta z')] dx - (mc' - nz') dx = [m\Delta c' + n\Delta z'] dx;$$

2.69 Уравнение движения имеет вид:

$$\text{а. } \rho \frac{\partial \omega_x}{\partial \tau} - \rho (\omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x} - \omega_y \frac{\partial \omega_x}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial \omega_x}{\partial z}) = \rho g_x + \frac{\partial \rho}{\partial x} - \mu \left( \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial z^2} \right);$$

$$\text{б. } \rho \frac{\partial \omega_x}{\partial \tau} + \rho (\omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial \omega_x}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial \omega_x}{\partial z}) = \rho g_x - \frac{\partial \rho}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial z^2} \right);$$

$$\text{в. } \rho \frac{\partial \tau}{\partial \omega_x} + \rho (\omega_x \frac{\partial x}{\partial \omega_x} + \omega_y \frac{\partial y}{\partial \omega_x} + \omega_z \frac{\partial z}{\partial \omega_x}) = \rho g_x - \frac{\partial x}{\partial \rho} - \mu \left( \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial z^2} \right);$$

$$\text{г. } \rho \frac{\partial \omega_x}{\partial \tau} + \rho (\omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial \omega_x}{\partial y}) = \rho g_x - \frac{\partial \rho}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} \right);$$

2.70 В данной формуле  $q = f(\Delta l, \beta g, \gamma, \lambda, c_p, \mu, L)$ ,  $\beta$  это коэффициент:

а) коэффициент расхода энергии;      в) коэффициент расширения жидкости;

б) коэффициент теплового потока;      г) коэффициент трения.

2.71 Чему равна  $Nu$ , для теплоотдачи свободной конвекции от вертикальной стенки?:

$$\text{а) } Nu = f(Gr, Pr);$$

$$\text{в) } Nu = \lambda(Gr, Pr);$$

б)  $Nu = \beta(Gr, Pr)$ ;

г)  $Nu = \gamma(Gr, Pr)$ .

2.73 Для ламинарного потока с произведением  $Gr, Pr$ , предел будет от:

а) от  $10^5$  до  $10^9$ ;

в) от  $10^2$  до  $10^4$ ;

б) от  $10^4$  до  $10^8$ ;

г) от  $10^3$  до  $10^6$ .

2.74. Чему равно обратное число Рейнольдса:

а)  $\pi_2 = \frac{\mu}{\gamma n d^2}$ ;

в)  $\pi_2 = \frac{\gamma}{\mu n d^2}$ ;

б)  $\pi_2 = \frac{\mu}{\delta n d}$ ;

г)  $\pi_2 = \frac{n d^2}{\mu}$ .

2.75 К каким физическим величинам относятся плоский и телесный углы?

а) производным

б) активным

в) пассивным

г) дополнительным

2.76 Для каких величин правомочны операции сложения и вычитания?

а) активных

б) основных

в) аддитивных

г) дополнительных

2.77 Условно зависимые физические величины называются ...

а) дополнительными

б) основными

в) зависимыми

г) производными

2.78 Условно независимые физические величины называются?

а) активными

б) дополнительными

в) безразмерными

г) основными

2.79 Физические величины, описывающие энергетические характеристики процессов называются ...

а) энергетичными

б) энергетическими

в) характеризующими процесс

г) вещественными

2.80 Упорядоченная совокупность значений величины это ...

а) размерность

б) единицы измерения

в) шкала

г) система мер

2.81 Физическая величина, единицей измерения которой является «Люкс» называется ...

а) освещенность

б) количество электричества

в) световой поток

г) сила света

2.82 Что является единицами измерения частоты?

а) люмен

б) генри

в) герц

г) грей

2.83 Как называется система мер, единицами измерения которой являются м, кг, с?

а) международная

б) метрическая

в) МКС

г) МКГС

2.84 Как называется операция предписывания физической величине определенного числа?

а) определение

б) сравнение

в) измерение

г) оценивание

2.85 Единицей измерения электрической емкости является ...

а) фарадей

б) ампер

в) кулон

г) фарад

2.86 Оценка физической величины размера в виде некоторого числа принятых для нее единиц или числа по принятой для нее шкале называется ...

а) значением

б) измерением

в) оценкой

г) индивидуальностью

2.87 Как называется значение физической величины, идеально отражающее свойство объекта?

а) действительное

б) относительное

в) абсолютное

г) истинное

2.88 Как называется значение физической величины, найденное экспериментально, достаточно близкое к истинному значению, которое можно использовать вместо него?

а) истинное

б) относительное

в) действительное

г) абсолютное

2.89 Набором технических операций, при которых измеряемая величина сравнивается с ее единицей или шкалой для получения значения этой величины в форме, наиболее удобной для использования называется ...

а) значение

б) измерение

в) оценка

г) индивидуальность

2.90 Как называется характеристика одного из свойств физического объекта, под которым понимается физическое явление или процесс, в качественном отношении общая многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта?

а) единицы измерения

б) физическая величина

в) размерность

г) значение

2.91 К каким величинам относятся твердость?

а) относительным

б) абсолютным

в) вещественным

г) аддитивным

2.92 Какие физические величины могут быть выражены количественно в виде определенного числа установленных единиц измерения?

а) измеряемые

б) определяемые

в) оцениваемые

г) относительные

2.93 Как называется операция приписывания данной величине определенного числа, проводимая по установленным правилам?

а) определение

б) оценивание

в) измерение

г) дополнение

2.94 Как делятся реальные величины?

а) идеальные и не идеальные

б) энергетические и не энергетические

в) физические и не физические

г) вещественные и материальные

2.95 Какие методы можно использовать в зависимости от цели и требуемой точности для математической обработки экспериментальных данных?

- а) аналитические или эмпирические
- б) графические или статистические
- в) графические или эмпирические
- г) статистические или динамические

2.96 Чего требует графический и аналитический метод для кривых, полученных при графическом изображении экспериментальных данных?

- а) линеаризации
- б) итерации
- в) приближения
- г) интегрирования

2.97 Какие методы можно использовать для определения коэффициентов эмпирических уравнений?

- а) метод средних, графический метод, метод квадратных уравнений
- б) графический метод, метод Ньютона, метод хорд
- в) графический метод, метод средних, метод наименьших квадратов
- г) метод итераций, метод наименьших квадратов, метод Симпсона

2.98 Как изображают на номограммах значения переменных?

- а) штрихами или метками
- б) метками или пунктиром
- в) линиями или штрихами
- г) точками, или линиями

2.99 Какое условие лежит в основе метод наименьших квадратов?

- а) максимальной отклонений суммы квадратов экспериментально найденных величин от расчетных
- б) максимальной отклонений разности квадратов экспериментально найденных величин от расчетных
- в) минимальности отклонений суммы квадратов экспериментально найденных величин от расчетных
- г) минимальности отклонений разности квадратов экспериментально найденных величин от расчетных

6. Какой метод определения коэффициентов эмпирических формул наиболее точный?

- а) метод средних
- б) метод наименьших квадратов
- в) метод приближенных вычислений
- г) графический метод

2.100 Какие соотношения используют при графическом определении коэффициентов эмпирических формул, если полученная прямая расположена далеко от начала координат и ее невозможно продолжать?

- а)  $A = \frac{Y_1 X_2 - Y_2 X_1}{X_2 - X_1}$  и  $B = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$  ;
- б)  $\sum Y_l = nA + B \sum X_l$  и  $\sum X_l Y_l = A \sum X_l + B \sum X_l^2$  ;
- в)  $\sum_1^k Y_l = kA + B \sum_1^k X_l$  и  $\sum_{k+1}^n Y_l = (n - k) A + B \sum_{k+1}^n X_l$  ;
- г)  $\sum Y_l = nA + B \sum X_l$  и  $\sum_{k+1}^n Y_l = (n - k) A + B \sum_{k+1}^n X_l$  .

2.101 Из какой системы уравнений в МНК находят значения А и В?

а)  $\sum Y_l = nA + B \sum X_l$  и  $\sum X_l Y_l = A \sum X_l + B \sum X_l^2$  ;

б)  $\sum_{l=1}^k Y_l = kA + B \sum_{l=1}^k X_l$  и  $\sum_{l=k+1}^n Y_l = (n-k)A + B \sum_{l=k+1}^n X_l$  ;

в)  $\sum Y_l = nA + B \sum X_l$  и  $\sum_{l=k+1}^n Y_l = (n-k)A + B \sum_{l=k+1}^n X_l$  ;

г)  $A = \frac{Y_1 X_2 - Y_2 X_1}{X_2 - X_1}$  и  $B = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$  .

2.102 Какая номограмма состоит из двух плоскостей - основной плоскости и транспаранта с изображениями на них переменных в виде шкал, бинарных полей или семейств помеченных линий?

- а) транспортная                                      б) функциональная  
 в) сетчатая    г) транспарантная

2.103 Какие номограммы являются наиболее распространенными?

- а) с двумя переменными применяют двойные шкалы  
 б) наклонные, логарифмические  
 в) из выравненных точек, сетчатые и транспарантные  
 г) функциональные, приближенные

2.104 Транспарантной номограммой, транспарант которой имеет лишь поступательное движение, является

- а) функциональная сетка  
 б) функциональная линейка  
 в) система с наклонными шкалами  
 г) логарифмическая линейка

2.105 К какому виду номограмм относится интегральный закон Стьюдента распределения вероятностей

- а) с наклонными шкалами                                      б) приближенные  
 в) из выравненных точек    г) составные

2.106 Для построения сетчатых номограмм применяется ...

- а) двойная шкала    б) линейная зависимость  
 в) функциональная сетка    г) наклонная шкала

2.107 Какой метод определения коэффициентов эмпирических формул наиболее точный?

- а) метод приближенных вычислений                                      б) метод средних  
 в) графический метод    г) метод наименьших квадратов

2.108 Какие номограммы являются наиболее распространенными?

- а) с двумя переменными применяют двойные шкалы  
 б) из выравненных точек, сетчатые и транспарантные  
 в) наклонные, логарифмические  
 г) функциональные, приближенные

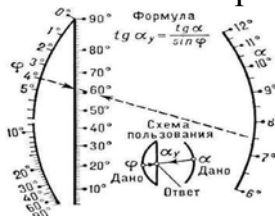
2.109 Предельная относительная погрешность частного от деления двух приближенных чисел равна...

- а) сумме предельных относительных погрешностей делимого и делителя
- б) сумме предельных относительных погрешностей делимого и делителя
- в) сумме предельных абсолютных погрешностей делимого и делителя
- г) сумме предельных абсолютных погрешностей делимого от делителя

2.110 Предельная относительная погрешность произведения нескольких приближенных чисел равна...

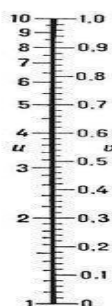
- а) разности предельных относительных погрешностей сомножителей
- б) сумме предельных относительных погрешностей сомножителей
- в) сумме предельных относительных погрешностей разности
- г) сумме предельных относительных погрешностей деления

2.111 Что изображено на рисунке?



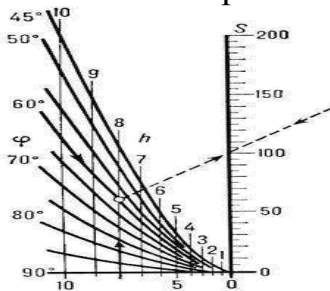
- а) номограмма для вычисления площади трапеции
- б) двойная шкала для вычисления логарифма
- в) транспортная номограмма
- г) номограмма из выравненных точек

2.113 Что изображено на рисунке?



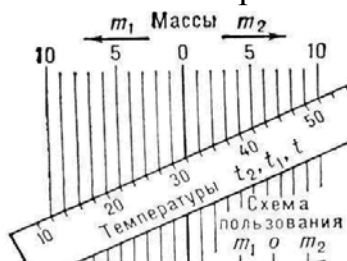
- а) номограмма из выравненных точек
- б) двойная шкала для вычисления логарифма
- в) транспортная номограмма
- г) номограмма для вычисления площади трапеции

2.114 Что изображено на рисунке?



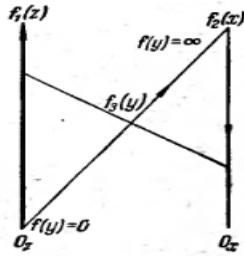
- а) номограмма из выравненных точек
- б) двойная шкала для вычисления логарифма
- в) номограмма для вычисления площади трапеции
- г) транспортная номограмма

2.115 Что изображено на рисунке?



- а) транспортная номограмма
- б) номограмма для вычисления площади трапеции
- в) номограмма с наклонной шкалой
- г) двойная шкала для вычисления логарифма

2.116 Какая номограмма изображена на рисунке?



- а) номограмма для вычисления площади трапеции
- б) транспортная номограмма
- в) номограмма из выравненных точек
- г) номограмма с наклонной шкалой

2.117 Предельная относительная погрешность n-й степени приближенного числа равна...

- а) разности показателя степени n на предельную относительную погрешность основания
- б) произведению показателя степени n на предельную абсолютную погрешность основания
- в) произведению показателя степени n на предельную относительную погрешность основания
- г) делению показателя степени n на предельную абсолютную погрешность основания

2.118 Предельная относительная погрешность корня n-й степени из приближенного числа равна предельной ...

- а) относительной погрешности подкоренного числа, умноженной на показатель степени корня
- б) относительной погрешности подкоренного числа, деленной на показатель степени корня
- в) абсолютной погрешности подкоренного числа, умноженной на показатель степени корня
- г) абсолютной погрешности подкоренного числа, деленной на показатель степени корня

2.119 Погрешностью, или ошибкой,  $\Delta a$  приближенного числа "a" называется...

- а) разность между точным числом x и его приближенным значением "a"
- б) сумма между точным числом x и его приближенным значением "a"
- в) произведению между точным числом x и его приближенным значением "a"
- г) делению между точным числом x и его приближенным значением "a"

2.120 Погрешность, или ошибка,  $\Delta a$  приближенного числа a, равна ...

- а)  $\Delta a = |x \cdot a|$
- б)  $\Delta a = |x / a|$
- в)  $\Delta a = x + a$
- г)  $\Delta a = x - a$

2.121 По какой формуле вычисляют определенный интеграл согласно графическому методу?

- а)  $I = \int_{x_0}^{x_n} F(x) dx$
- б)  $I = \frac{x_n - x_0}{6n} \{F(x_0) + F(x_n)\}$
- в)  $I = F(x_0) + F(x_n)$
- г)  $I = \int_{n-1}^n F dx$



2.122 Какой метод применяют для приближенного вычисления определенных интервалов наряду с методом Симпсона?

- а) метод итераций
- б) метод трапеций
- в) метод Гаусса
- г) метод Ньютона

2.123 Какими являются подсистемы, если в общем случае число неизвестных больше числа уравнений?

- а) определёнными
- б) неопределяющими
- в) неопределёнными
- г) неизвестными

2.124 На чем основан принцип графического решения уравнений, если уравнение может быть приведено к виду  $f_1(x)=C$ , где  $C$  - постоянная?

а) на построении графика функции  $y=kx+b$  и последующей аппроксимации

б) на построении графика функции  $f_1(x)$  и последующей линеаризации

в) на построении графика функции  $y=kx+b$  и нахождении точки пересечения с прямой  $y=C_1$

г) на построении графика функции  $f_1(x)$  и нахождении точки пересечения с прямой  $y=C$

2.125 Определить абсолютную и предельную абсолютную погрешности числа  $a=0,67$ , взятого в качестве приближенного значения числа  $x=2/3$ .

- а) 0,0033 и 0,004
- б) 0,033 и 0,04
- в) 0,00033 и 0,0004
- г) 0,33 и 0,4

2.126 Определить предельную относительную погрешность измерения плотности бензола при температуре  $20^\circ\text{C}$ , если в результате измерения получено  $\rho=0,88\pm 0,005$  г/см<sup>3</sup>.

- а) 5,70%
- б) 0,33%
- в) 3,30%
- г) 0,57%

2.127 Определить количество верных значащих цифр (в узком и широком смысле) в числе  $a = 0,04318$ , если известна его абсолютная погрешность  $\Delta=0,2 \cdot 10^{-4}$ .

- а) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=2$  (4, 3)
- б) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=3$  (4, 3, 1)
- в) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=1$  (4)
- г) число верных значащих цифр в узком смысле  $n=4$  (4, 3, 1, 8)

2.128 Масса навески, найденная взвешиванием на аналитических весах, равна  $0,6794\pm 0,0002$  г. Округлить сомнительные цифры полученного результата и определить его предельную абсолютную погрешность.

- а) 6,79; 0,006
- б) 0,34; 0,0003
- в) 0,679; 0,0006
- г) 3,40; 0,003

2.129 Плотность вещества равна  $0,82$  г/см<sup>3</sup>. В этом числе две верные в узком смысле цифры. Найти его предельную относительную погрешность.

- а) 0,06%
- б) 0,03%
- в) 0,30%
- г) 0,60%

2.130 Объем газа  $V$  газа в реакционном сосуде, равный  $711$  м<sup>3</sup>, найден с относительной погрешностью  $\delta=1\%$ . Определить число верных цифр приближенного числа  $V$ .

- а) 2
- б) 1
- в) 3
- г) 4

2.131 Найти суммарную массу колбы с газообразным хлором, если массы колбы и хлора соответственно равны 327,4 и 3,0854 г (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

- а)  $330,5 \pm 0,01$  г.    б)  $330,5 \pm 0,2$  г.  
в)  $165,5 \pm 0,2$  г.     г)  $165,5 \pm 0,01$  г.

2.132 При электроосаждении меди на катоде взвешиванием на аналитических весах найдена суммарная масса катода и меди, равная 13,8476 г. Рассчитать, сколько меди осадилось при электролизе, если известна масса катодной пластины, равная 12,18 г (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

- а)  $3,34 \pm 0,01$  г.     б)  $3,34 \pm 0,02$  г.  
в)  $1,67 \pm 0,02$  г.     г)  $1,67 \pm 0,01$  г.

2.133 Определить количество молей вещества, содержащегося в 34,5 мл раствора с концентрацией 0,0715 М (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

- а)  $2,47 \pm 0,01$  моль    б)  $1,23 \pm 0,01$  моль  
в)  $1,23 \pm 0,05$  моль    г)  $2,47 \pm 0,05$  моль

2.134 Рассчитать плотность  $\rho$  жидкости, если ее масса  $P$  равна 1,8468 г, а объем  $V = 1,24$  см<sup>3</sup> (в записи чисел все цифры верные в широком смысле), найти погрешность результата.

- а)  $3,2 \pm 0,04$  г/см<sup>3</sup>     б)  $3,2 \pm 0,01$  г/см<sup>3</sup>  
в)  $1,5 \pm 0,01$  г/см<sup>3</sup>     г)  $1,5 \pm 0,04$  г/см<sup>3</sup>

2.135 Известно, что длина ребра кубического реактора равна  $2,34 \pm 0,01$  м. Найти объем реактора и предельные абсолютную погрешность.

- а)  $6,4 \pm 0,01$  м<sup>3</sup>    б)  $12,8 \pm 0,2$  м<sup>3</sup>  
в)  $6,4 \pm 0,02$  м<sup>3</sup>    г)  $12,8 \pm 0,01$  м<sup>3</sup>

2.136 С какой предельной абсолютной погрешностью следует определить длину ребра кубического реактора, объем которого должен быть равен  $V = 12,8 \pm 0,2$  м<sup>3</sup>?

- а)  $2,34 \pm 0,01$  м     б)  $4,34 \pm 0,001$  м  
в)  $2,34 \pm 0,05$  м     г)  $4,34 \pm 0,05$  м

2.137 Решите приведенную задачу.

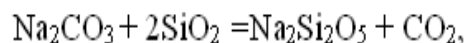
Тепловой эффект ( $\Delta H_T$ ) химической реакции образованная  $n$  моль вещества, протекающей при абсолютной температуре  $T$ , равен

$$\Delta H_T = [\Delta H_{298} + \Delta c_p(T-298,15)]n,$$

где  $\Delta H_{298}$  – тепловой эффект химической реакции образования 1 моль при 298 К;

$\Delta c_p$  – изменение теплоемкости системы в результате химической реакции.

Рассчитать тепловой эффект реакции образования 0,247 моль дисиликата натрия при  $T = 700$  К:



Считая, что  $\Delta c_p$  не зависит от температуры, и оценить погрешность результата, если известно, что

$$\Delta H_{298} = 56,1 \pm 0,2 \text{ (кДж/моль);}$$

$$\Delta c_p = -5,3 \cdot 10^{-3} \pm 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ (кДж/моль} \cdot \text{К);}$$

$$n = 0,247 \pm 0,001; T = 700 \pm 0,1 \text{ К.}$$

а)  $\Delta H = 13,3 \pm 0,1$  кДж

б)  $\Delta H = 23,3 \pm 0,2$  кДж

в)  $\Delta H = 23,3 \pm 0,01$  кДж

г)  $\Delta H = 13,3 \pm 0,02$  кДж

2.138 Определить графически корни уравнения  $e^x - x^2 = 0$

а) корень уравнения лежит в интервале  $(-0,5; 0)$

б) корень уравнения лежит в интервале  $(-1,5; -1,0)$

в) корень уравнения лежит в интервале  $(-2,5; -2,0)$

г) корень уравнения лежит в интервале  $(-1; -0,5)$

2.138 Решите приведенную задачу.

Найти с точностью  $\varepsilon = 10^{-4}$  равновесные концентрации ионов водорода,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  и  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  в растворе щавелевой кислоты с концентрацией  $c = 0,100$  моль/л, если первая константа диссоциации  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^-$   $K_1 = 6,5 \cdot 10^{-2}$  моль/л, вторая константа диссоциации  $\text{HC}_2\text{O}_4^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   $K_2 = 6,1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

а) 0,064 и 0,036 соответственно

б) 0,054 и 0,046 соответственно

в) 0,044 и 0,056 соответственно

г) 0,024 и 0,076 соответственно

2.139 Решить методом Ньютона задачу, приведенную ниже, с точностью до  $10^{-4}$

Найти с точностью  $\varepsilon = 10^{-4}$  равновесные концентрации ионов водорода,  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  и  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  в растворе щавелевой кислоты с концентрацией  $c = 0,100$  моль/л, если первая константа диссоциации  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^-$   $K_1 = 6,5 \cdot 10^{-2}$  моль/л, вторая константа диссоциации  $\text{HC}_2\text{O}_4^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   $K_2 = 6,1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

а) 0,053 и 0,047 соответственно

б) 0,063 и 0,037 соответственно

в) 0,043 и 0,057 соответственно

г) 0,023 и 0,077 соответственно

2.140 Решите приведенную задачу. Методом половинного деления уточнить до  $\varepsilon=10^{-3}$  корень уравнения, расположенный на отрезке [0,3; 0,4]

В закрытом сосуде протекает реакция  $2H_2 + S_2 = 2H_2S$ .

Исходные концентрации компонентов реакции равны соответственно  $C_{H_2}, C_{S_2}, C_{H_2S}$ , константа равновесия процесса –  $K_C$ . В результате установления в системе состояния равновесия концентрация сероводорода изменилась на  $x$  моль/дм<sup>3</sup>. Уравнение, связывающее названные величины, имеет следующий вид:

$$0,5K_C x^3 + x^2(1 - K_C C_{H_2}) + x(2C_{H_2S} + 2K_C C_{H_2} C_{S_2} + 0,5K_C C_{H_2}^2) + C_{H_2S} - K_C C_{H_2}^2 C_{S_2} = 0.$$

Найти значения  $x$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$  моль/л, если

$$K_C^{800} = 113,7, C_{H_2} = 0,840 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{S_2} = 0,170 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{H_2S} = 0,005 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}.$$

а)  $0,134 \pm 0,002$  моль/л

б)  $0,330 \pm 0,002$  моль/л

в)  $0,332 \pm 0,001$  моль/л

г)  $0,231 \pm 0,001$  моль/л

2.141 Решите приведенную задачу. Методом хорд уточнить до  $\varepsilon=0,001$  корень уравнения, расположенный на отрезке [0,3; 0,4]

В закрытом сосуде протекает реакция  $2H_2 + S_2 = 2H_2S$ .

Исходные концентрации компонентов реакции равны соответственно  $C_{H_2}, C_{S_2}, C_{H_2S}$ , константа равновесия процесса –  $K_C$ . В результате установления в системе состояния равновесия концентрация сероводорода изменилась на  $x$  моль/дм<sup>3</sup>. Уравнение, связывающее названные величины, имеет следующий вид:

$$0,5K_C x^3 + x^2(1 - K_C C_{H_2}) + x(2C_{H_2S} + 2K_C C_{H_2} C_{S_2} + 0,5K_C C_{H_2}^2) + C_{H_2S} - K_C C_{H_2}^2 C_{S_2} = 0.$$

Найти значения  $x$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$  моль/л, если

$$K_C^{800} = 113,7, C_{H_2} = 0,840 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{S_2} = 0,170 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{H_2S} = 0,005 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}.$$

а) 0,322 моль/л

б) 0,134 моль/л

в) 0,413 моль/л

г) 0,231 моль/л

2.142 Решите приведенную задачу. Методом итераций уточнить до  $\varepsilon=0,001$  корень уравнения, расположенный на отрезке [0,3; 0,4]

В закрытом сосуде протекает реакция  $2H_2 + S_2 = 2H_2S$ .

Исходные концентрации компонентов реакции равны соответственно  $C_{H_2}, C_{S_2}, C_{H_2S}$ , константа равновесия процесса –  $K_C$ . В результате установления в системе состояния равновесия концентрация сероводорода изменилась на  $x$  моль/дм<sup>3</sup>. Уравнение, связывающее названные величины, имеет следующий вид:

$$0,5K_C x^3 + x^2(1 - K_C C_{H_2}) + x(2C_{H_2S} + 2K_C C_{H_2} C_{S_2} + 0,5K_C C_{H_2}^2) + C_{H_2S} - K_C C_{H_2}^2 C_{S_2} = 0.$$

Найти значения  $x$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$  моль/л, если

$$K_C^{800} = 113,7, C_{H_2} = 0,840 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{S_2} = 0,170 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}, C_{H_2S} = 0,005 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}}.$$

а)  $0,134 \pm 0,002$  моль/л

б)  $0,413 \pm 0,002$  моль/л

в)  $0,231 \pm 0,001$  моль/л

г)  $0,333 \pm 0,001$  моль/л

2.143 Решите приведенную задачу.

Экспериментатор установил, что при определённой постоянной температуре действия паров бензола (1), дихлорэтана (2) и хлорбензола (3) в однофазной системе равнозначениям, представленным в таблице. Найти значение давления пара чистых компонентов.

**Экспериментальные данные**

Состав смеси, мол. доли			Давление, Р, Па
N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	
0,80	0,10	0,10	1840
0,20	0,70	0,10	1860
0,05	0,05	0,90	236

**Ответ:**

- а)  $p_1 \approx 2037$  Па;  $p_2 \approx 2070$  Па;  $p_3 \approx 34$  Па;
- б)  $p_1 \approx 4037$  Па;  $p_2 \approx 4070$  Па;  $p_3 \approx 64$  Па
- в)  $p_1 \approx 1037$  Па;  $p_2 \approx 1070$  Па;  $p_3 \approx 104$  Па
- г)  $p_1 \approx 537$  Па;  $p_2 \approx 570$  Па;  $p_3 \approx 14$  Па

2.144 Какие типы экспериментов могут быть использованы для исследования свойств химической системы и протекающих в них процессов?

- а) проводимый в компьютерной лаборатории с использованием реактивов и лабораторного оборудования;
- б) проводимый в химической лаборатории с использованием реактивов и лабораторного оборудования;
- в) проводимый с использованием средств измерительной техники и физических моделей свойств и процессов;
- г) проводимый с использованием средств вычислительной техники и математических моделей свойств и процессов.

2.145 Какой этап проведения вычислительного эксперимента является первым?

- а) структурирование данных для построения расчетных таблиц;
- б) составление математической модели свойств химических объектов или протекающих в химической системе процессов;
- в) описание химической постановки задачи;
- г) составление расчетных формул электронных таблиц.

2.146 Какие приемы используются при реализации проектирования структуры расчетной таблицы?

- а) структурирование данных в таблицах;
- б) обязательное наличие подписей к ячейкам и столбцам исходных и расчетных данных;
- в) упрощение первоначального ввода расчетных формул;
- г) упрощения интерпретации полученных результатов.

2.147 Какие виды величин не будут храниться в тех или иных строках, столбцах или отдельных ячейках расчетной таблицы?

- а) константы;
- б) переменные;

в) независимые; г) параметры.

2.148 Протолиз – это...:

а) процесс передачи электронов между растворенным веществом и растворителем;

б) разложение этого вещества с образованием новых соединений и воды;

в) процесс передачи протонов  $H^+$  между растворенным веществом и растворителем;

г) нет правильного ответа.

2.149 Что лежит в основе теории подобия?

а. три теоремы;

б. две теоремы;

в. четыре леммы;

г. 3 леммы.

2.150 Симплексами подобия называются инварианты подобия, являющиеся отношением ...

а) простых однородных величин;

б) сложных однородных величин;

в) простых неоднородных величин;

г) сложных неоднородных величин.

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60)

и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по \_\_\_\_\_ шкале (указать нужное: по 5-балльной шкале или дихотомической шкале) следующим образом (привести одну из двух нижеследующих таблиц):

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале

100-85

отлично

84-70

хорошо

## 2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

### Задача № 1

Определить предельную относительную погрешность измерения плотности бензола при температуре 30°C, если в результате измерения получено  $\rho=0,89\pm 0,001$  г/см<sup>3</sup>.

### Задача № 2

Плотность вещества  $\rho$ , выражается в кг/м<sup>3</sup>. Определите плотность раствора, если масса 2 дм<sup>3</sup> этого раствора равна 2130 г. Выразите плотность через размерность величин.

### Задача № 3

В результате опытов получены значения перепадов давления  $\Delta p$  (в кгс/м<sup>2</sup>) [кгс - килограмм-сила (русское обозначение: кгс или кГ; международное: kgf или kgF) - единица силы в системе единиц МКГСС; 1 кгс = 9,80665 ньютонов (точно)  $\approx 10$  Н] в функции от скорости воздуха  $\omega_0$  (в м/сек) в отверстиях ситчатой тарелки (пластины с дырочками или щелями плюс трубка для слива флегмы (смесь жидкостей, например, спирт-вода, при разделении смеси методом ректификации) на тарелку ниже), которые представлены в левой части таблицы.

Найти зависимость перепада давления (потери напора)  $\Delta p$  от скорости воздуха  $\omega_0$ .

Таблица – Значение перепадов давления в функции от скорости воздуха

Экспериментальные значения величин				Вычисленные значения величины			
$\Delta p$	$\omega_0$	$\lg(\omega_0)$	$\lg(\Delta p)$	графический метод		метод средних	
				$\Delta p_{гр}$	$\Delta, \%$	$\Delta p_{ср}$	$\Delta, \%$
3,0	5,01	0,6998	0,4771	2,894	-3,67	3,012	-0,01
6,0	7,10	0,8513	0,7782	5,849	-2,59	6,067	-0,679
10,0	9,10	0,9590	1,0000	9,651	-15,59	9,986	-0,057
15,0	11,10	1,0453	1,1761	14,411	-4,09	14,881	-1,229
24,5	14,20	1,1523	1,3890	23,688	-3,49	24,400	-0,833
34,5	17,00	1,2305	1,5378	34,062	-1,29	35,022	1,072
46,0	19,20	1,2833	1,6628	43,543	-5,64	44,716	-3,308
60,0	22,30	1,3483	1,7782	58,898	-2,16	60,392	-0,228
75,3	24,80	1,3945	1,8768	72,983	-3,17	74,755	1,157
98,0	28,60	1,4564	1,9912	97,312	-0,69	99,530	1,120

### Задача № 4

При проведении опытов по фильтрованию суспензии при постоянном перепаде давления на фильтре были получены результаты, приведенные в таблице.

Таблица – Результаты опыта по фильтрованию суспензии при постоянном перепаде давлений на фильтре

Экспериментальные значения величин				Значения величин, рассчитанные по уравнению			
$\tau$ , мин	$V$ , см <sup>3</sup>	$\tau/V$	$V^2$	$aV$	$bV^2$	$\tau$ , мин	$\Delta\tau$ , %
1,40	50	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^3$	0,5	0,9	1,40	0
4,60	100	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^4$	1	3,6	4,60	0
9,75	150	$6,5 \cdot 10^{-2}$	$2,25 \cdot 10^4$	1,5	8,1	9,60	-1,5
12,6	175	$7,2 \cdot 10^{-2}$	$3,06 \cdot 10^4$	1,75	11,0	12,75	+1,5
16,6	200	$8,3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^4$	2,0	14,4	16,40	-1,2
20,30	225	$9 \cdot 10^{-2}$	$5,06 \cdot 10^4$	2,25	18,2	20,45	+0,75
25,0	250	$10 \cdot 10^{-2}$	$6,25 \cdot 10^4$	2,50	22,5	20,5	0
30,2	275	$11 \cdot 10^{-2}$	$7,56 \cdot 10^4$	2,75	27,3	30,05	-0,5

Уравнение фильтрования при постоянном перепаде давления имеет вид  $\tau = aC + bV^2$  ( $\tau$  - время фильтрования, мин;  $V$  - объём фильтра, см<sup>3</sup>). Определить константы  $a$  и  $b$ .

#### Задача № 5

В столбцах 1 и 2 таблицы приведены равновесные концентрации бензола в жидкости ( $x$ ) и в паре ( $y$ ) для системы бензол-толуол (в мольных долях).

Найти экспериментальную формулу для определения равновесного состава паровой фазы в зависимости от состава жидкой фазы.

Таблица – Равновесные концентрации бензола в жидкости и в паре для системы бензол-толуол

Экспериментальные значения величин				Расчетные значения величин			
$y$	$x$	$1/y$	$1/x$	графическим методом		методом средних	
				$U_{гр}$	$\Delta$ , %	$U_{ср}$	$\Delta$ , %
0,370	0,200	2,702	5,000	0,373	+0,8	0,373	+0,5
0,500	0,300	2,000	3,333	0,508	+1,4	0,505	+1
0,618	0,397	1,618	2,518	0,615	-0,5	0,613	-0,8
0,710	0,489	1,408	2,045	0,703	-1,0	0,700	-1,4
0,789	0,592	1,267	1,689	0,786	-0,5	0,781	-1
0,853	0,700	1,172	1,428	0,862	+1,0	0,855	+0,2
0,914	0,803	1,094	1,245	0,904	-1,1	0,916	+0,2
0,957	0,903	1,044	1,107	0,975	+1,8	0,967	+1

#### Задача № 6

Была определена производительность шаровой мельницы в зависимости от скорости её вращения и получены следующие результаты:

Скорость вращения $n$ , об/ч	140	240	650
Производительность, $W$ , т/ч	4,0	5,0	7,0

Зависимость между изучаемыми параметрами характеризуется функцией вида  $W = an^b$ .



Определить постоянные а и b.

*Задача № 7*

При фильтровании суспензии гидроокиси хрома на лабораторном фильтре были получены значения удельного сопротивления осадка  $r_{oc}$  (в  $M^{-2}$ ) в зависимости от перепада давления на фильтре  $\Delta p$  (в  $N/cm^2$ ), приведенные в таблице (столбцы 1 и 2).

Найти уравнение, выражающее зависимость  $r_{oc}=f(\Delta p)$ .

Таблица – Значения удельного сопротивления осадка в зависимости от перепада давления на фильтре

Экспериментальные значения величин		Значения $r_{oc}$ -с, $M^{-2}$	Значения величин, рассчитанные по уравнению		
$\Delta p$ , в $N/cm^2$	$r_{oc}$ , $M^{-2}$		$a\Delta p$	$r_{oc}$	$\Delta r_{oc}$ , %
2,720	$1,81 \cdot 10^{14}$	$1,48 \cdot 10^{14}$	$1,47 \cdot 10^{14}$	$1,80 \cdot 10^{14}$	-0,5
4,080	$2,30 \cdot 10^{14}$	$1,97 \cdot 10^{14}$	$1,97 \cdot 10^{14}$	$2,30 \cdot 10^{14}$	0
5,440	$2,82 \cdot 10^{14}$	$2,49 \cdot 10^{14}$	$2,47 \cdot 10^{14}$	$2,80 \cdot 10^{14}$	-0,7
6,800	$3,26 \cdot 10^{14}$	$2,93 \cdot 10^{14}$	$2,91 \cdot 10^{14}$	$3,24 \cdot 10^{14}$	-0,6
8,160	$3,64 \cdot 10^{14}$	$3,31 \cdot 10^{14}$	$3,34 \cdot 10^{14}$	$3,67 \cdot 10^{14}$	+0,8
9,520	$4,08 \cdot 10^{14}$	$3,75 \cdot 10^{14}$	$3,75 \cdot 10^{14}$	$4,08 \cdot 10^{14}$	0

*Задача № 8*

Построить номограмму для определения понижения температуры кипения при понижении давления согласно уравнению Клаузиуса-Клапейрона.

*Задача № 9*

При электроосаждении меди на катоде взвешиванием на аналитических весах найдена суммарная масса катода и меди, равная 13,8476 г. Рассчитать, сколько меди осадилось при электролизе, если известна масса катодной пластины, равная 12,18 г (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

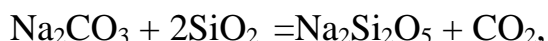
*Задача № 10*

Тепловой эффект ( $\Delta H_T$ ) химической реакции образованная n моль вещества, протекающей при абсолютной температуре T, равен  $\Delta H_T = [\Delta H_{298} + \Delta c_p(T-298,15)]n$ ,

где  $\Delta H_{298}$  - тепловой эффект химической реакции образования 1 моль при 298 К;

$\Delta c_p$  - изменение теплоемкости системы в результате химической реакции.

Рассчитать тепловой эффект реакции образования 0,247 моль диоксида натрия при T=700 К:



Считая, что  $\Delta c_p$  не зависит от температуры, и оценить погрешность результата, если известно, что

$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= 56,1 \pm 0,2 \text{ (кДж/моль)}; \\ \Delta c_p &= -5,3 \cdot 10^{-3} \pm 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ (кДж/моль} \cdot \text{K)}; \\ n &= 0,247 \pm 0,001; T = 700 \pm 0,1 \text{ K.} \end{aligned}$$

*Задача № 11*

Определить количество верных значащих цифр (в узком и широком смысле) в числе  $a=0,03814$ , если известна его абсолютная погрешность  $\Delta=0,2 \cdot 10^{-4}$ .

*Задача № 12*

Масса навески, найденная взвешиванием на аналитических весах, равна  $0,7556 \pm 0,0001$  г. Округлить сомнительные цифры полученного результата и определить его предельную абсолютную погрешность.

*Задача № 13*

Плотность вещества равна  $0,86$  г/см<sup>3</sup>. В этом числе две верные в узком смысле цифры. Найти его предельную относительную погрешность.

*Задача № 14*

Объем газа  $V$  газа в реакционном сосуде, равный  $956$  м<sup>3</sup>, найден с относительной погрешностью  $\delta=2\%$ . Определить число верных цифр приближенного числа  $V$ .

*Задача № 15*

Найти суммарную массу колбы с газообразным хлором, если массы колбы и хлора соответственно равны  $237,4$  и  $8,0543$  г (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

*Задача № 16*

При электроосаждении меди на катоде взвешиванием на аналитических весах найдена суммарная масса катода и меди, равная  $113,8476$  г. Рассчитать, сколько меди осадилось при электролизе, если известна масса катодной пластины, равная  $112,18$  г (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

*Задача № 17*

Определить количество молей вещества, содержащегося в  $54,3$  мл раствора с концентрацией  $0,0155$  М (в записи чисел все цифры верны в широком смысле).

*Задача № 18*

Рассчитать плотность  $\rho$  жидкости, если ее масса  $P$  равна  $4,5458$  г, а объем  $V=4,84$  см<sup>3</sup> (в записи чисел все цифры верные в широком смысле), найти погрешность результата.

*Задача № 18*

Известно, что длина ребра кубического реактора равна  $4,37 \pm 0,001$  м. Найти объем реактора и предельные абсолютную погрешность.

*Задача № 19*

С какой предельной абсолютной погрешностью следует определить длину ребра кубического реактора, объем которого должен быть равен  $V=25,8 \pm 0,1$  м<sup>3</sup>?

*Задача № 20*

Определить абсолютную и предельную абсолютную погрешности числа  $a=0,67$ , взятого в качестве приближенного значения числа  $x=1/5$ .

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по дихотомической шкале
100-50	зачтено
49 и менее не зачтено	не зачтено

**Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:**

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее

решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.