

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

О.Н. Каныгина, Е.В. Сальникова, П.А.Пономарева

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ХИМИИ

Задачник

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и по направлению подготовки 04.03.01 Химия

Оренбург
2019

УДК 54:519.6(076.1)
ББК 24.1я73+22.19я73
К 19

Рецензент - кандидат физико-математических наук, доцент
А.Г.Четверикова

К 19 **Каныгина, О.Н.**

Вычислительные методы в химии: задачник / О.Н. Каныгина, Е.В. Сальникова, П.А.Пономарева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 99 с.
ISBN

В учебном издании представлены задания для самостоятельной работы по дисциплине: тесты, задачи с разбором решений и задачи для решения самими обучающимися. Целью пособия является активизация самостоятельной работы студентов.

Последовательность изложения и объем пособия соответствуют требованиям программы подготовки студентов по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Задачник может быть полезен для обучающихся по укрупненной группе специальностей естественнонаучного профиля при обработке экспериментальных результатов.

Учебное издание будет полезно при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, а также для научной работы студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей, специализирующиеся в области физико-химических исследований.

Коллектив авторов посвящает учебное пособие Стряпкову А.В.

УДК 54:519.6(076.1)
ББК 24.1я73+22.19я73

ISBN

© Каныгина О.Н.
Сальникова Е.В.,
Пономарева П.А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Задания для тестирования	6
1.1 Вариант 1	6
1.2 Вариант 2	7
1.3 Вариант 3	9
1.4 Вариант 4	10
1.5 Вариант 5	11
1.6 Вариант 6	13
1.7 Вариант 7	15
1.8 Вариант 8	16
1.9 Вариант 9	18
1.10 Вариант 10	19
1.11 Вариант 11	20
1.12 Вариант 12	22
1.13 Вариант 13	24
1.14 Вариант 14	25
1.15 Вариант 15	27
2 Задачи для самостоятельного решения	29
Список использованных источников	86
Приложение А (справочное) Функции Лапласа	88
Приложение Б (справочное) Значения коэффициента Стьюдента	89
Приложение В (справочное) Метод Крамера	91
Приложение Г (справочное) Значения Q-критерия	96
Приложение Д (справочное) Таблица значений F-критерия	97
Приложение Е (справочное) Комплексные варианты заданий	98

Введение

В химической науке и практике используется огромное количество экспериментальных данных, результатов измерения физических величин химических веществ. Достоверность экспериментальных результатов оценивают, используя положения метрологии – науки об измерениях, методах и средствах выполнения, способах обеспечения их единства и точности. Метрологический анализ правильности, воспроизводимости, предела обнаружения измеряемой величины важен также как и результаты эксперимента.

Для обработки результатов эксперимента используются методы математической статистики – науки, опирающейся на теорию вероятностей и использующей результаты опыта для изучения объективных закономерностей исследуемых явлений. В аналитической химии математическая статистика применяется в двух аспектах:

- для свертывания цифровой информации;
- для анализа экспериментального материала приемами, основанными на теории вероятностей.

Оба вопроса ежедневно решают студенты естественных и технических факультетов, аспиранты, инженеры, операторы и методисты аналитических лабораторий. Незнание современных методов математической обработки измерений приводит часто к некорректным выводам.

В задачнике приведены задания для самостоятельного решения, позволяющие освоить математическую обработку результатов химического эксперимента.

Обзоры применения методов математической статистики для аналитической химии можно найти в монографиях К. Дёрффеля [1], а также в учебных пособиях А.К.Чарыкова [2], А.Н. Смагуновой, О.М. Карпуковой [3]. Большинство учебников по аналитической химии включает разделы, посвященные обработке данных химического эксперимента [4-6], однако небольшое по объему учебное пособие,

описывающее способы математической обработки результатов химического эксперимента, является, на взгляд авторов, наиболее полезным.

При изложении материала использована терминология и система обозначений, рекомендованная в нормативных документах [7, 8].

В начале задачника приведены варианты тестов для проверки уровня знаний обучающегося. Расчетное время для выполнения одного варианта составляет 40 минут. В тестах рассмотрены основные вопросы теории и примеры их практического применения при решении конкретных задач.

Во втором разделе к решениям задач даются краткие пояснения, показаны примеры правильного представления результатов вычислений.

В приложениях приведен справочный материал в виде таблиц.

Задачник будет полезен при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ и научной работы студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей, специализирующиеся в области физико – химических исследований.

1 Задания для тестирования

1.1 Вариант 1

1. По какой формуле рассчитывают выборочное стандартное отклонение для отдельного (единичного) определения?

1. $\Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$.

2. $s_r(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$.

3. $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$.

4. $s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$.

2. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности (промахи) в результатах иодометрического определения массовой доли (%) Cu^{2+} -ионов: 18,05; 18,00; 18,20; 18,25 ($P=0,95$).

5. 18,00.

6. 18,25.

7. Все результаты достоверны.

8. 18,00 и 18,25.

3. Среднее арифметическое значение трех измерений объема по шкале бюретки с ценой деления $0,1 \text{ см}^3$ равно $12,12345 \text{ см}^3$. Сколько значащих цифр следует оставить в полученном результате?

9. 2.

10. 4.

11. 3.

12. 5.

4. Стандартное отклонение для отдельного (единичного) определения массовой доли (%) карбоната натрия в техническом препарате соды равно 0,025%. Найти доверительный интервал для среднего результата ($\Delta \bar{x}$) при $n = 4$ и $P = 0,95$.

13. + 0,040.

14. – 0,040.

15. $\pm 0,040$.

16. $\pm 3,18$.

5. Дисперсии результатов определения двумя методами массовой доли (%) белка в растительном продукте составляют соответственно $s_1^2 = 0,07532$ и $s_2^2 = 0,005232$, число параллельных определений каждым методом $n = 4$. Используя F -критерий, установить, значимо ли различаются дисперсии этих методов ($P = 0,95$).

17. Дисперсии различаются значимо, методы характеризуются различной воспроизводимостью.

18. Для сравнения двух методов по воспроизводимости необходим другой критерий.

19. Для вывода о значимом различии двух дисперсий недостаточно данных.

20. Дисперсии различаются незначимо, методы характеризуются одинаковой воспроизводимостью.

1.2 Вариант 2

1. Массу компонента X при прямом титриметрическом определении находят

по формуле:
$$m(X) = \frac{c(f_{\text{экв.}}(A)A) \cdot V(A_{(p)}) \cdot M(f_{\text{экв.}}(X)X)}{1000}$$

Сколько значащих цифр следует оставить в результате расчета массы компонента X по формуле: $m(X) = \frac{0,01248 \cdot 12,05 \cdot 40,01}{1000}$?

1. 2.

2. 5.

3. 3.

4. 4.

2. Указать уравнение для расчета коэффициента вариации.

$$5. s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

$$6. s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

$$7. \Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}.$$

$$8. s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

3. Массовая доля (%) хлороводорода в техническом препарате соляной кислоты по результатам пяти параллельных определений составляет: 35,35; 35,68; 35,98; 35,74; 35,41. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определения массовой доли (%) HCl ($P = 0,95$)?

9. 35,35.

10. 35,35 и 35,98.

11. 35,98.

12. Все результаты достоверны.

4. Среднее арифметическое значение трех измерений массы щавелевой кислоты в растворе равно 0,3248 г, стандартное отклонение $s = 0,0015$ г. Установить границы доверительного интервала для среднего значения массы $H_2C_2O_4$ в растворе ($P = 0,95$).

13. $0,3248 \pm 0,0037$.

14. $0,3248 \pm 0,0028$.

15. $\pm 0,0037$.

16. $\pm 0,0028$.

5. Дисперсии результатов определения массовой доли (%) хлороводорода в растворе методами алкалиметрии и иодометрии составляют соответственно 0,002732 и 0,03441. Рассчитать $F_{эксн.}$ -критерий и сделать вывод о значимости расхождения дисперсий. Число параллельных определений первым методом $n_1 = 3$, вторым методом $n_2 = 4$ ($P = 0,95$).

17. 0,0794; расхождение незначимо.

18. 12,60; расхождение значимо.

19. 12,60; расхождение незначимо.

20. 0,0794; расхождение значимо.

1.3 Вариант 3

1. Как записать результат анализа, рассчитанный по формуле

$$c(f_{\text{экв}}(X)X) = \frac{10,50 \cdot 0,01245}{5,12}, \text{ моль/дм}^3?$$

1. 0,02553.

2. 0,03.

3. 0,026.

4. 0,0255.

2. По какой формуле рассчитывают доверительный интервал для среднего значения?

5. $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$

6. $s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$

7. $\Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,p} \cdot s}{\sqrt{n}}.$

8. $s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}.$

3. Параллельные определения массовой доли (%) бензойной кислоты в растворе дали следующие результаты: 0,65; 0,63; 0,60; 0,61; 0,68. Проверить полученные данные на наличие грубых погрешностей по Q -критерию.

9. Все результаты достоверны

10. 0,60.

11. 0,60 и 0,68.

12. 0,68.

4. Среднее арифметическое значение объема раствора перманганата калия, израсходованного на титрование из микробюретки четырех равных объемов раствора Fe^{2+} -ионов, равно $1,150 \text{ см}^3$, стандартное отклонение $s = 0,020 \text{ см}^3$. Найти

границы доверительного интервала для среднего при доверительной вероятности $P = 0,99$.

13. $1,150 \pm 0,032$.

14. $\pm 0,0278$.

15. $1,150 \pm 0,0278$.

16. $\pm 0,032$.

5. При определении массы щавелевой кислоты в растворе методами перманганатометрии и алкалиметрии дисперсии результатов определения массы составили соответственно 0,0014 и 0,0025 ($n_1 = n_2 = 3$). Вычислить $F_{эксн.}$ -критерий и определить, значимо ли различаются дисперсии двух методов ($P = 0,95$).

17. 0,56; расхождение дисперсий значимо.

18. 1,79; расхождение дисперсий значимо.

19. 0,56; расхождение дисперсий незначимо.

20. 1,79; расхождение дисперсий незначимо.

1.4 Вариант 4

1. По какой формуле рассчитывают коэффициент вариации?

1. $\Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$.

2. $s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$.

3. $s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100$.

4. $s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100$.

2. Среднее арифметическое значение четырех измерений объема по шкале бюретки равно $8,51238 \text{ см}^3$. Сколько значащих цифр следует оставить в полученном результате, если цена деления бюретки $0,1 \text{ см}^3$.

5. 5.

6. 2.

7. 3.

8. 4.

3. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определения массы Fe^{2+} -ионов в контрольном растворе (мг): 0,2600; 0,2590; 0,2597; 0,2595; 0,2592.

9. Все результаты достоверны. 10. 0,2590.

11. 0,2600 и 0,2590. 12. 0,2600.

4. Среднее арифметическое значение 5 определений массовой доли (%) ионов алюминия в образце комплексонометрическим методом равно 20,50; доверительный интервал для среднего $\Delta\bar{x} = \pm 0,05\%$ ($P = 0,95$). Вычислить относительную погрешность определения (%).

13. 0,24. 14. 0,0024.

15. 4,1. 16. 0,41.

5. Дисперсии результатов определения массы Ca^{2+} -ионов в известняке методами протолитометрии и перманганатометрии после переведения карбоната кальция в раствор составляют соответственно 0,0240 и 0,0350 (число параллельных определений каждым из методов $n = 5$). Найти $F_{\text{экс.}}$ -критерий и определить, значимо ли различаются дисперсии двух методов.

17. 1,46; расхождение дисперсий значимо.

18. 1,46; расхождение дисперсий незначимо.

19. 0,69; расхождение дисперсий незначимо.

20. 0,69; расхождение дисперсий значимо.

1.5 Вариант 5

1. Массу компонента X находят по формуле:

$$m(X) = \frac{c(f_{\text{экв.}}(A)A) \cdot V(A_{(p)}) \cdot M(\text{экв.}(X)X)}{1000} \cdot \frac{V_{\text{м.к.}}(X)}{V^a(X)}$$

Как правильно представить результат определения массы (г) уксусной кислоты в растворе, рассчитанный по формуле:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{0,1321 \cdot 11,08 \cdot 60,054}{1000} \cdot \frac{200,00}{10,00} ?$$

1. 1,7580.

2. 1,75798.

3. 1,76.

4. 1,758.

2. Указать формулу для расчета дисперсии выборки.

5. $s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}$.

6. $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$.

7. $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$.

8. $s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$.

3. Среднее арифметическое значение четырех определений общей жесткости воды равно 4,23 ммоль/дм³; стандартное отклонение $s = 2,2 \cdot 10^{-2}$ ммоль/дм³. Найти границы доверительного интервала для среднего значения общей жесткости воды ($P = 0,95$).

9. $4,23 \pm 0,03$.

10. $4,23 \pm 0,22$.

11. $\pm 0,03$.

12. $\pm 0,22$.

4. При стандартизации раствора соляной кислоты по $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ были получены такие значения молярной концентрации HCl (моль/дм³): 0,1002; 0,0998; 0,1000; 0,0990. Проверить полученные данные на наличие грубых погрешностей по Q-критерию ($P = 0,95$).

13. Все результаты достоверны. 14. 0,1002.

15. 0,1002 и 0,0990. 16. 0,0990.

5. Дисперсии результатов определения массовой доли (%) аскорбиновой кислоты в техническом препарате методами алкалиметрии и иодометрии составляют соответственно 0,078 и 0,0052. Значимо ли различаются дисперсии двух методов ($F_{табл.} = 19,16$)?

17. Дисперсии различаются незначимо.

18. Для сравнения двух методов по воспроизводимости необходим другой критерий.

19. Дисперсии различаются значимо.

20. Для вывода о значимом различии двух дисперсий недостаточно данных.

1.6 Вариант 6

1. Указать формулу для расчета стандартного отклонения среднего результата определений.

$$1. s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

$$2. s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}.$$

$$3. s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}.$$

$$4. s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

2. Массу компонента X находят по формуле:

$$m(X) = \frac{c(f_{экв.}(A)A) \cdot V(A_{(p)}) \cdot M(f_{экв.}(X)X)}{1000} \cdot \frac{V_{м.к.}(X)}{V^a(X)}.$$

Чему равна масса (г) гидроксида натрия в пробе, рассчитанная по формуле:

$$m(\text{NaOH}) = \frac{0,02000 \cdot 10,20 \cdot 40,05}{1000} \cdot \frac{200,00}{10,00} \text{ ?}$$

5. 0,16.

6. 0,163.

7. 0,1634.

8. 0,16340.

3. По результатам четырех определений массовая доля (%) хлороводорода в растворе равна 24,48. Стандартное отклонение $s = 5,80 \cdot 10^{-2} \%$. Найти доверительный интервал для среднего значения массовой доли ($\Delta \bar{x}$) при $P = 0,95$.

9. $24,48 \pm 0,09$.

10. $\pm 0,11$.

11. $\pm 0,09$.

12. $24,48 \pm 0,11$.

4. Результаты определения массовой доли (%) белка в продукте детского питания составляют: 14,20; 14,42; 14,49; 14,53; 14,57. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности при определении массовой доли (%) белка?

13. При расчете массовой доли можно использовать все результаты.

14. Исключить 14,20 и 14,57.

15. Исключить 14,20.

16. Исключить 14,57.

5. Дисперсии результатов комплексонометрического определения Ca^{2+} -ионов в растворе с индикатором мурексидом и эриохромовым черным Т составляют соответственно 0,0025 ($n = 5$) и 0,048 ($n = 4$). Используя F -критерий, установить, значимо ли различие дисперсий результатов определения Ca^{2+} -ионов с указанными индикаторами ($P = 0,95$).

17. Дисперсии различаются значимо.
18. Для вывода о значимом различии дисперсий недостаточно данных.
19. Дисперсии различаются незначимо.
20. Для сравнения двух дисперсий необходим другой критерий.

1.7 Вариант 7

1. Объемы раствора, измеренные по шкале бюретки емкостью 25,00 см³ и микробюретки, составляют соответственно 3,25 и 1,125 см³. Вычислить относительную погрешность измерений (%).

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 0,31 и 0,09. | 2. 0,30 и 0,44. |
| 3. 1,54 и 0,44. | 4. 1,54 и 0,09. |

2. Указать формулу для расчета коэффициента вариации.

5. $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$.	6. $s_r(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$.
7. $s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$.	8. $\Delta(\%) = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100$.

3. Границы доверительного интервала для среднего результата определения массовой доли (%) азота формальдегидным методом составляют (3,2 ± 0,05) %. Вычислить коэффициент вариации при $n = 5$ и $P = 0,95$.

- | | |
|-----------|-----------|
| 9. 1,60. | 10. 1,26. |
| 11. 1,72. | 12. 1,09. |

4. При определении массы муравьиной кислоты в растворе на титрование пяти параллельных проб были израсходованы следующие объемы (см³) стандартного раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией

0,1000 моль/дм³: 8,52; 8,34; 8,40; 8,45; 8,30. Используя Q -критерий, проверить результаты титрования на наличие грубых погрешностей (промахов) при $P = 0,99$.

13. 8,52.

14. Все результаты достоверны.

15. 8,30.

16. 8,30 и 8,52.

5. При определении массовой доли (%) пероксида водорода методами перманганатометрии (1) и иодометрии (2) дисперсии результатов составляют соответственно 0,084 и 0,041. Вычислить $F_{экс.}$ -критерий и определить, значимо ли различаются дисперсии двух методов (1) и (2); $n_1 = 5$, $n_2 = 4$ ($P = 0,95$).

17. 0,49; расхождение дисперсий незначимо.

18. 0,49; расхождение дисперсий значимо.

19. 2,05; расхождение дисперсий значимо.

20. 2,05; расхождение дисперсий незначимо.

1.8 Вариант 8

1. Массы (г) навесок, взятые на аналитических и теххимических весах, составляют соответственно 1,2348 и 1,235. Найти относительную погрешность взвешивания (%).

1. 0,01 и 0,08.

2. 0,02 и 0,08.

3. 0,02 и 0,40.

4. 0,01 и 0,40.

2. Указать формулу для расчета доверительного интервала для среднего значения.

5. $\Delta(\%) = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100.$

6. $s_r(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100.$

$$7. s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

$$8. \Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}.$$

3. Среднее арифметическое значение пяти определений массовой доли (%) мальтозы в растворе методом иодометрии равно 25,08, стандартное отклонение $s = 0,15$ %. Найти границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли мальтозы ($P = 0,95$).

9. $\pm 0,19$.

10. $\pm 0,21$.

11. $25,08 \pm 0,21$.

12. $25,08 \pm 0,19$.

4. Используя Q -критерий, оценить пригодность для статистической обработки следующих результатов определения массы (мг) хлорид-ионов в растворе: 2,30; 2,25; 2,38; 2,29.

13. Все результаты являются пригодными для статистической обработки.

14. Исключить 2,25.

15. Исключить 2,38 и 2,25.

16. Исключить 2,38.

5. Двое студентов при определении массовой доли (%) уксусной кислоты в растворе получили следующие границы доверительного интервала для среднего: 1) $6,50 \pm 0,15$; 2) $7,05 \pm 0,25$. Известно, что содержание CH_3COOH в растворе равно 6,25 %. Имеются ли систематические погрешности в определениях?

17. Систематическую ошибку допустил первый студент.

18. Оба студента допустили систематические ошибки.

19. Систематическую ошибку допустил второй студент.

20. Для определения наличия систематической погрешности недостаточно данных.

1.9 Вариант 9

1. Объем титранта, измеренный по шкале микробюретки, равен $2,258 \text{ см}^3$. Найти абсолютную (см^3) и относительную (%) погрешности измерения объема.

1. 0,005 и 0,22.

2. 0,001 и 0,22.

3. 0,001 и 0,04.

4. 0,005 и 0,04.

2. Указать формулу для расчета выборочного стандартного отклонения для отдельного (единичного) определения.

5.
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

6.
$$\Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$$

7.
$$s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

8.
$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

3. Границы доверительного интервала для среднего значения при определении жесткости воды методом комплексонометрии составляют $(5,35 \pm 0,04) \text{ ммоль/дм}^3$ ($n = 6$, $P = 0,95$). Вычислить выборочную дисперсию (дисперсию выборки).

9. 0,07.

10. 0,015.

11. 0,04.

12. 0,03.

4. Используя Q -критерий, установить, какие результаты не пригодны для статистической обработки следующих результатов определения массовой доли (%) азота методом Кьельдаля: 32,31; 31,42; 32,13; 32,95.

13. 31,42 и 32,95.

14. 31,42.

15. Все результаты достоверны.

16. 32,95.

5. Дисперсии результатов определения молярной концентрации хлорид-ионов методами Мора и Фольгарда составляют соответственно 0,0581 и 0,00245 ($n_1 = n_2 = 6$, $P = 0,95$). Сравнивая рассчитанное по экспериментальным данным и табличное значение F -критерия, сделайте вывод, значимо ли различаются дисперсии.

17. $F_{\text{эксп.}} > F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий значимо.

18. $F_{\text{эксп.}} = F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий незначимо.

19. $F_{\text{эксп.}} < F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий незначимо.

20. $F_{\text{эксп.}} = F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий значимо.

1.10 Вариант 10

1. Указать абсолютную (г) и относительную (%) недостоверности взятия навески ($m(X) = 5,095$ г) на теххимических весах.

1. 0,001 и 0,02.

2. 0,005 и 0,02.

3. 0,005 и 0,098.

4. 0,02 и 0,001.

2. По какой формуле вычисляют абсолютную погрешность единичного определения?

5. $\Delta x_i = x_i - x_{\text{уст.}}$

6. $\Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$

7. $s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$

8. $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$

3. Границы доверительного интервала для среднего значения при определении массовой доли (%) Cu^{2+} -ионов в образце методом иодометрии составляют $2,80 \pm 0,09$ ($n = 4, P = 0,95$). Вычислить коэффициент вариации.

9. 3,9.

10. 2,5.

11. 0,09.

12. 2,2.

4. Масса (г) ионов кальция в пересчете на карбонат кальция в пяти параллельных пробах природной воды составляет: 0,2425; 0,2400; 0,2448; 0,2462; 0,2295. Используя Q -критерий, проверить наличие грубых погрешностей.

13. Все результаты являются достоверными.

14. Исключить 0,2462.

15. Исключить 0,2295 и 0,2462.

16. Исключить 0,2295.

5. Дисперсии результатов определения массовой доли (%) пероксида водорода в образце методами иодометрии и перманганатометрии составляют соответственно 0,0823 и 0,0045. Вычислить $F_{\text{экср.}}$ -критерий и сделать вывод, значимо ли различаются дисперсии ($n_1 = 5, n_2 = 3; P = 0,95$).

17. 18,3; расхождение дисперсий незначимо.

18. 0,055; расхождение дисперсий незначимо.

19. 0,055; расхождение дисперсий значимо.

20. 18,3; расхождение дисперсий значимо.

1.11 Вариант 11

1. Указать формулу для расчета выборочного стандартного отклонения отдельного (единичного) определения.

$$1. s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

$$2. s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

$$3. s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

$$4. \Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}.$$

2. При четырех измерениях объема раствора по шкале бюретки было получено среднее арифметическое значение, равное $8,11452 \text{ см}^3$. Сколько значащих цифр следует оставить в результате определения?

5. 2.

6. 4.

7. 3.

8. 5.

3. Границы доверительного интервала для среднего значения при определении массовой доли (%) азота в зерне методом Кьельдаля составляют $1,32 \pm 0,04$ ($n = 5$, $P = 0,95$). Найти коэффициент вариации.

9. 2,44.

10. 3,00.

11. 0,04.

12. 2,63.

4. При определении сульфат-ионов в пробе воды методом комплексонометрии получены следующие результаты (ммоль/дм^3): 15,54; 15,25; 15,50; 15,48; 15,92. Используя Q -критерий, проверить наличие грубых погрешностей ($P = 0,95$).

13. Исключить 15,25 и 15,92.

14. Исключить 15,25.

15. Все результаты являются достоверными.

16. Исключить 15,92.

5. Дисперсии определения массовой доли (%) белка в молочном продукте двумя методами составляют соответственно 0,02531 и 0,009530, число параллельных определений каждым методом $n = 5$. Используя F -критерий, установить, значимо ли различаются дисперсии результатов определения двумя методами ($P = 0,95$).

17. Дисперсии различаются незначимо.

18. Дисперсии различаются значимо, методы характеризуются различной воспроизводимостью.

19. Для вывода относительно различия двух дисперсий недостаточно данных.

20. Дисперсии различаются значимо, методы имеют одинаковую воспроизводимость.

1.12 Вариант 12

1. По какой формуле рассчитывают стандартное отклонение среднего результата?

$$1. s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

$$2. \Delta(\%) = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100.$$

$$3. s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}.$$

$$4. s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

2. Сколько значащих цифр нужно оставить в результате расчета рН раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 0,0145 моль/дм³?

5. 2.

6. 4.

7. 3.

8. 1.

3. Границы доверительного интервала для среднего значения при определении массовой доли (%) азота формальдегидным методом составляют $3,32 \pm 0,03$ ($n = 5, P = 0,95$). Вычислить дисперсию результатов анализа.

9. $6,76 \cdot 10^{-4}$.

10. $9,00 \cdot 10^{-4}$.

11. $5,82 \cdot 10^{-4}$.

12. 0,24.

4. Дисперсии результатов определения хлорид-ионов методами Мора и Фольгарда составляют соответственно 0,0078 и 0,0442. Используя F -критерий, сделать вывод, значимо ли различаются дисперсии определения двумя методами ($n_1 = n_2 = 5, P = 0,95$).

13. $F_{\text{экс.}} > F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий значимо.

14. $F_{\text{экс.}} = F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий значимо.

15. $F_{\text{экс.}} < F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий незначимо.

16. $F_{\text{экс.}} = F_{\text{табл.}}$; расхождение дисперсий незначимо.

5. На титрование пяти параллельных проб раствора уксусной кислоты с индикатором фенолфталеином были израсходованы следующие объемы (см^3) раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 0,1000 моль/ дм^3 : 18,3; 18,0; 18,5; 18,4; 17,9. Используя Q -критерий, установить наличие грубых погрешностей в результатах определения ($P = 0,95$).

17. Все результаты являются достоверными.

18. Грубая погрешность 17,9.

19. Грубые погрешности 17,9 и 18,5.

20. Грубая погрешность 18,5.

1.13 Вариант 13

1. Указать формулу для расчета доверительного интервала среднего значения.

1. $\Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$.

2. $\Delta(\%) = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100$.

3. $s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$.

4. $s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100$.

2. Массу (г) компонента X при прямом титриметрическом определении находят по формуле:

$$m(X) = \frac{c(f_{\text{экв.}}(A)A) \cdot V(A_{(P)}) \cdot M(f_{\text{экв.}}(X)X)}{1000}$$

Сколько значащих цифр следует оставить в результате расчета массы компонента X по формуле: $m(X) = \frac{0,2002 \cdot 20,00 \cdot 28,04}{1000}$?

5. 2.

6. 4.

7. 3.

8. 5.

3. Границы доверительного интервала для среднего значения при определении карбонатной жесткости воды составляют $(4,66 \pm 0,02)$ ммоль/дм³.

Найти коэффициент вариации ($n = 4$, $P = 0,99$).

9. 1,44.

10. 0,61.

11. 0,07.

12. 0,15.

4. Семь параллельных определений массовой доли (%) аскорбиновой кислоты в техническом препарате дали следующие результаты: 81,7; 83,5; 80,0; 85,0; 84,5; 80,5; 79,0. Используя Q-критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

13. Все результаты являются достоверными.

14. Исключить 79,0.

15. Исключить 79,0 и 85,0.

16. Исключить 85,0.

5. Дисперсии результатов определения массовой доли (%) пероксида водорода методами перманганатометрии и иодометрии составляют соответственно 0,36 ($n = 5$) и 0,042 ($n = 6$). Вычислить $F_{\text{эксп.}}$ -критерий и сделать вывод, значимо ли различаются дисперсии результатов определения H_2O_2 указанными методами ($P = 0,95$).

17. 8,57; расхождение значимо.

18. 0,17; расхождение незначимо.

19. 8,57; расхождение незначимо.

20. 0,17; расхождение значимо.

1.14 Вариант 14

1. Указать формулу для расчета дисперсии выборки (выборочной дисперсии)

$$1. s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}.$$

$$2. s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

$$3. s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

$$4. s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

2. Массу (г) компонента X находят по формуле: $m(X) = \frac{T(A_{(p)}) \cdot V(A_{(p)}) \cdot M(f_{\text{экв.}}(X)X)}{M(f_{\text{экв.}}(AA))}$.

Как записать результат анализа, полученный по следующим данным:

$$m(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,004920 \cdot 0,663 \cdot 84,01}{49,04} ?$$

5. 0,00559.

6. 0,006.

7. 0,0056.

8. 0,005588.

3. Среднее арифметическое пяти результатов определения массы муравьиной кислоты в 1 дм^3 раствора равно 10,15 г. Стандартное отклонение $s = 0,0092$ г. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массы НСООН в растворе ($P = 0,95$).

9. $10,15 \pm 0,02$.

10. $10,15 \pm 0,05$.

11. $10,15 \pm 0,01$.

12. $10,15 \pm 0,03$.

4. Используя Q -критерий, установить наличие грубых погрешностей в результатах определения массовой доли (%) бензойной кислоты в техническом препарате ($P = 0,95$): 90,2; 90,5; 90,4; 89,9; 89,0; 90,1?

13. Исключить 90,5.

14. Исключить 89,0.

15. Исключить 90,5 и 89,0.

16. Все результаты являются достоверными.

5. При определении массовой доли (%) аскорбиновой кислоты в техническом препарате методами алкалиметрии и иодометрии дисперсии результатов составляли соответственно 0,140 ($n = 5$) и 0,072 ($n = 4$). Используя $F_{\text{эксп.}}$ -критерий, сделать вывод о значимости расхождения дисперсий результатов определения двумя методами ($P = 0,95$).

17. $F_{\text{эксп.}} > F_{\text{табл.}}$; расхождение значимо.

18. $F_{\text{эксп.}} < F_{\text{табл.}}$; расхождение незначимо.

19. $F_{\text{эксп.}} > F_{\text{табл.}}$; расхождение незначимо.

20. $F_{\text{эксп.}} < F_{\text{табл.}}$; расхождение значимо.

1.15 Вариант 15

1. По какой формуле рассчитывают доверительный интервал для среднего значения?

1. $\Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$.

2. $\Delta(\%) = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100$.

3. $s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$.

4. $s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100$.

2. Массу компонента X находят по формуле:

$$m(X) = \frac{c(f_{\text{экв.}}(A)A) \cdot V(A_{(p)}) \cdot M(f_{\text{экв.}}(X)X)}{1000} \cdot \frac{V_{\text{м.к.}}(X)}{V^a(X)}$$

Как записать результат определения массы (г) уксусной кислоты в растворе, полученный по следующим данным: $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{0,1140 \cdot 9,25 \cdot 60,054}{1000} \cdot \frac{200,00}{10,00}$?

5. 1,3.

6. 1,266.

7. 1,27.

8. 1,2665.

3. Стандартное отклонение отдельного (единичного) определения массовой доли (%) аскорбиновой кислоты в яблочном соке равно 0,012(%). Вычислить доверительный интервал для среднего значения при $n = 3$ и $P = 0,95$.

9. $\pm 0,07$.

10. $\pm 0,04$.

11. $\pm 0,02$.

12. $\pm 0,03$.

4. Используя Q -критерий, установить наличие грубых погрешностей в результатах определения общей жесткости водопроводной воды (ммоль/дм³): 5,10; 5,50; 5,40; 5,80; 5,20.

17. Грубые погрешности 5,80 и 5,10.

- 18.** Грубая погрешность 5,10.
- 19.** Все результаты являются достоверными.
- 20.** Грубая погрешность 5,80.

5. Двое студентов при определении массовой доли (%) азота получили следующие границы доверительного интервала для среднего: 1) $14,00 \pm 0,05$; 2) $17,07 \pm 0,06$. Известно, что массовая доля (%) азота в продукте равна 15,10. Имеются ли систематические погрешности в определениях?

- 17.** Систематическую ошибку допустил первый студент.
- 18.** Оба студента допустили систематические ошибки.
- 19.** Систематическую ошибку допустил второй студент.
- 20.** Для определения наличия систематической погрешности недостаточно данных.

2 Задачи для самостоятельного решения

1. Сколько значащих цифр содержит число?

- 1) 0,0607; 2) 9966; 3) 0,0003644;
4) 7357027; 5) 9004; 6) 31814 .

2. Сколько значащих цифр содержит число?

- 1) 0,008614; 2) 684,5; 3) 5,647;
4) 83,96; 5) 12,30; 6) $4,175 \cdot 10^{-6}$.

3. Сложите числа и выразите результат необходимым количеством значащих цифр: 90,173; 8,21; 1,1.

4. Молярная концентрация ионов водорода в чистой воде при температуре 25 °С равна $1,00 \cdot 10^{-7}$ моль/дм³. Как изменится концентрация ионов водорода при добавлении до 1 дм³ воды $5,0 \cdot 10^{-4}$ моль азотной кислоты HNO₃ и $4,0 \cdot 10^{-6}$ моль хлороводорода? Выразите результат необходимым количеством значащих цифр.

5. Навеску руды массой 1,0000 г, содержащей медь, растворили в кислоте и добавили избыток иодида калия. На титрование иода, выделившегося при взаимодействии иодида калия с Cu²⁺-ионами, израсходовано 4,00 см³ стандартного раствора тиосульфата натрия с молярной концентрацией вещества Na₂S₂O₃·5H₂O 0,1000 моль/дм³. Вычислить массовую долю меди в руде и выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

6. Вычислить молярную концентрацию ионов водорода в растворе, если концентрация гидроксид-ионов равна $2,00 \cdot 10^{-9}$ моль/дм³ ($K_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$). Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

7. Ионное произведение воды равно $1,008 \cdot 10^{-14}$. Вычислить молярную концентрацию ионов водорода в чистой воде. Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

8. Представьте значение объема мерной колбы емкостью 2000 см³ необходимым количеством значащих цифр, если предельная абсолютная погрешность значения объема мерной колбы 0,6 см³.

9. Какова молярная концентрация хлорид-ионов в растворе, полученном при сливании равных объемов растворов хлорида натрия с молярной концентрацией вещества NaCl $2 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, хлорида калия с молярной концентрацией вещества KCl $0,33 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ и хлороводорода с молярной концентрацией вещества HCl $5,0 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³? Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

10. Навеску сплава массой 0,2000 г, содержащего медь, растворили в кислоте объемом 100,0 см³. К аликвоте этого раствора объемом 10,00 см³ добавили избыток иодида калия. На титрование иода, выделившегося при взаимодействии иодида калия с Cu^{2+} -ионами, израсходовано 8,53 см³ стандартного раствора тиосульфата натрия с молярной концентрацией вещества $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,01000 моль/дм³. Вычислить массовую долю меди в сплаве и выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

11. Вычислить результат:

$$1,76 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,125}{1,25} = ?$$

Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

12. Вычислить рН раствора азотной кислоты с молярной концентрацией $6,3 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

13. Вычислить молярную концентрацию хлорид-ионов в растворе, если рСl = 5,12. Выразите результат необходимым количеством значащих цифр.

14. Сколько значащих цифр содержит число?

- | | | |
|------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1) 125,4; | 2) 0,012; | 3) 904; |
| 4) $2 \cdot 10^{-2}$; | 5) $3,51 \cdot 10^3$; | 6) $3,00 \cdot 10^{-4}$. |

15. Сколько значащих цифр содержит число?

- | | | |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1) 325,45; | 2) 0,00015; | 3) $1,2 \cdot 10^{-11}$; |
| 4) $1,20 \cdot 10^{-11}$; | 5) $0,01500 \cdot 10^{-4}$; | 6) 300,0. |

16. Представить числа 10000 и 1200 в виде произведения числа, которое содержит только значащие цифры, на 10^n , учитывая, что четвертая значащая цифра является недостоверной.

17. Округлить числа 10,13; 1,145; 0,3450; 0,3455, учитывая, что третья значащая цифра является недостоверной.

18. Представить значение объема мерной колбы емкостью 250 см^3 необходимым количеством значащих цифр, если предельная абсолютная погрешность определения объема мерной колбы равна $0,15 \text{ см}^3$.

19. Найти суммы и округлить результат:

1) $6,75 + 0,443 + 15,28$;

2) $0,10 + 0,1 + 10$;

3) $1,153 + 2,127 + 3,150$.

20. Найти разность и округлить результат:

1) $9,4514 - 9,0012$;

2) $1,1315 - 0,8355$;

3) $10,1412 - 10,0$.

21. Найти суммы и округлить результат:

1) $2,0 \cdot 10^{-5} + 0,2 \cdot 10^{-3}$;

2) $4,183 \cdot 10^{-2} + 3,1 \cdot 10^{-3} + 5,13 \cdot 10^{-5}$.

22. Вычислить молярную концентрацию бромид-ионов в растворе, полученном при сливании равных объемов раствора бромида калия с молярной концентрацией вещества KBr $0,105 \text{ моль/дм}^3$ и раствора бромоводорода с молярной концентрацией вещества HBr $2,03 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$. Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

23. Какая масса Cu^{2+} -ионов содержится в 1 дм^3 раствора, полученного при сливании равных объемов растворов CuSO_4 с молярными концентрациями

вещества CuSO_4 $3 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³ и $4,05 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³? Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

24. Какова молярная концентрация ионов водорода в растворе, полученном при сливании 3-х объемов раствора HCl с молярной концентрацией вещества HCl $0,1$ моль/дм³ и 1 объема азотной кислоты с молярной концентрацией вещества HNO_3 $1 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³? Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

25. Сколько цифр надо оставить в результате измерения силы тока $0,00576$ А, если предельная абсолютная погрешность измерения силы тока данным миллиамперметром $1 \cdot 10^{-6}$ А ?

26. Какова молярная концентрация ионов водорода в растворе, полученном при сливании равных объемов раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией вещества NaOH $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³ и раствора гидроксида калия с молярной концентрацией вещества KOH $1,03 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³ ? Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

27. Найти произведение и округлить результат:

- 1) $5,1 \cdot 12,00$;
- 2) $1,1 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25$;
- 3) $0,975 \cdot 1,00$.

28. Навеску руды массой $1,0000$ г, содержащей железо, растворили в кислоте объемом $200,0$ см³. На титрование аликвоты этого раствора объемом $10,00$ см³ израсходовано $8,16$ см³ стандартного раствора дихромата калия с молярной

концентрацией эквивалента $K_2Cr_2O_7$ $0,05010$ моль/дм³. Вычислить массовую долю железа в руде и выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

29. Какова молярная концентрация Ag^+ -ионов в насыщенном растворе хлорида серебра, если $PP(AgCl) = 1,78 \cdot 10^{-10}$. Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

30. Найти pH раствора:

1) азотной кислоты с молярной концентрацией вещества HNO_3 $0,01$ моль/дм³;

2) соляной кислоты с молярной концентрацией вещества HCl $1,02 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³;

3) гидроксида натрия с молярной концентрацией вещества $NaOH$ $0,0010$ моль/дм³.

Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

31. Найти pBr раствора, полученного при смешивании равных объемов раствора бромида натрия с молярной концентрацией вещества $NaBr$ $1,01 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³ и раствора бромоводорода с молярной концентрацией вещества HBr $2,0 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³. Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

32. Найти pH раствора, полученного при сливании равных объемов раствора соляной кислоты с молярной концентрацией вещества HCl $2,01 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³ и раствора азотной кислоты с молярной концентрацией вещества HNO_3 $1,1 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³. Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

33. Вычислить рН чистой воды, если $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$. Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

34. Какова молярная концентрация ионов водорода в растворе, если рН = 5,40 ? Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

35. Вычислить результат:

1) $144 / 1250$;

2) $1,05 / 97,8$;

3) $1 \cdot 10^{-6} / 0,25 \cdot 10^{-4}$.

Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

36. Вычислить результат:

1) $(1,12 + 0,035) \cdot 15,2 + (0,035 - 0,01) \cdot 1,4$;

2) $\frac{(1,145 - 1,140) \cdot 14,81}{18,2}$.

Выразить результат необходимым количеством значащих цифр.

37. Найти абсолютную и относительную погрешность при определении общей массы трех платиновых тиглей, если при взвешивании их были получены следующие значения массы (г): 6,07; 10,40; 8,33 с соответствующими относительными погрешностями (%): 0,3; -0,5; 1,0.

38. Рассчитать абсолютную и относительную погрешность при вычислении результата (в скобках указаны величины абсолютных погрешностей и их знаки):

$$y = \frac{4,10(-0,02) \cdot 0,0050(+0,0001)}{1,97(-0,04)}.$$

39. Рассчитать абсолютную погрешность при вычислении результата (в скобках указаны величины абсолютных систематических погрешностей и их знаки):

$$y = 0,50(+0,02) + 4,10(-0,03) - 1,97(-0,05).$$

40. Установлено, что метод определения брома в органических соединениях имеет постоянную погрешность 0,20 мг брома. Вычислить относительную погрешность (%) результатов анализа образца, содержащего приблизительно 10 % Br, если массы (мг) навесок составляют: а) 10; б) 50; в) 100; г) 500; д) 1000.

41. Установлено, что при гравиметрическом определении селена потери из-за растворимости составляют 2,5 мг. Вычислить относительную погрешность (%) результатов анализа образца, содержащего приблизительно 16 % Se, если массы (г) навесок составляют: а) 1,00; б) 0,500; в) 0,250; г) 0,100.

42. Установлено, что при гравиметрическом определении кальция потери оксалата кальция из-за растворимости составляют 1,2 мг. Вычислить относительную погрешность (%) результатов определения кальция в известняке, содержащем приблизительно 51,5 % CaO, если масса (г) навески составляла 0,5500.

43. Систематическая погрешность при определении pH из-за неправильной настройки pH-метра составляет 0,1 единицы pH. Чему равна абсолютная и относительная погрешность при измерении pH раствора соляной кислоты с молярной концентрацией вещества HCl $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³?

44. При гравиметрическом определении бария в растворе хлорида бария при перенесении осадка на фильтр потери осадка сульфата бария составили 2,1 мг.

Вычислить абсолютную и относительную погрешности, если исходная проба содержит 0,3400 г бария.

45. При определении молярной концентрации раствора соляной кислоты была допущена систематическая погрешность минус $0,15 \text{ см}^3$ при отборе аликвоты раствора карбоната натрия пипеткой емкостью $10,00 \text{ см}^3$. Молярная концентрация эквивалента карбоната натрия равна $(0,1000 \pm 0,0005)$ моль/дм³. Вычислить абсолютную и относительную предельные погрешности определения концентрации раствора соляной кислоты, если на титрование аликвоты раствора карбоната натрия с фенолфталеином израсходовано $9,50 \text{ см}^3$ кислоты.

46. Найти абсолютную и относительную предельные погрешности определения массы навески вещества и объема раствора по шкале бюретки, если масса навески равна $3,8000 \text{ г}$, а объем раствора $5,15 \text{ см}^3$.

47. На титрование раствора навески карбоната натрия массой $0,2000 \text{ г}$ с индикатором метиловым оранжевым израсходовано $20,00 \text{ см}^3$ раствора соляной кислоты. Абсолютная погрешность взвешивания составляет $\pm 0,1 \text{ мг}$, измерения объема по шкале бюретки – $\pm 0,05 \text{ см}^3$, определения молярной массы HCl $\pm 0,001 \text{ г/моль}$, молярной массы карбоната натрия – $\pm 0,0005 \text{ г/моль}$. Вычислить предельную относительную погрешность при установлении титра раствора соляной кислоты.

48. Абсолютная погрешность измерения объема по шкале бюретки составляет $\pm 0,05 \text{ см}^3$. Вычислить предельную относительную погрешность измерения следующих объемов растворов (см^3): 1; 10; 20.

49. Три аликвотные части раствора карбоната натрия объемом $15,00 \text{ см}^3$ каждая была оттитрованы раствором соляной кислоты. На титрование израсходовано $20,05$, $20,12$, $20,10 \text{ см}^3$ раствора соляной кислоты. Рассчитать

границы доверительного интервала для среднего значения объема раствора соляной кислоты при доверительной вероятности $P = 0,95$.

50. При определении массы связанного аммиака в четырех одинаковых по объему пробах раствора хлорида аммония получены следующие результаты: 0,1065; 0,1082; 0,1074; 0,1090. Рассчитать границы доверительного интервала среднего значения массы NH_3 при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

51. На титрование трех одинаковых по объему проб раствора ортофосфорной кислоты израсходовано 10,05; 10,10; 10,03 см^3 стандартного раствора гидроксида натрия. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения объема раствора NaOH при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения объема раствора щелочи.

52. В трех одинаковых по объему пробах раствора, содержащего смесь гидроксида натрия и карбоната натрия, по результатам титрования их раствором соляной кислоты с индикатором метиловым оранжевым вычислена общая щелочность, которая в пересчете на массу (г) оксида натрия составляет: 0,3100; 0,3075; 0,3095. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массы Na_2O при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

53. При определении массы Cu^{2+} -ионов в трех одинаковых по объему пробах раствора методом иодометрии получены следующие результаты: 12,39; 12,85; 12,68. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массы Cu^{2+} -ионов при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

54. При определении массы (г) As_2O_3 в трех одинаковых по объему аликвотах раствора методом иодометрии получены следующие результаты: 0,1270; 0,1289; 0,1282. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массы As_2O_3 при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

55. При фотометрическом определении массовой доли (%) хрома в трех параллельных пробах образца стали получены следующие результаты: 1,15; 1,18; 1,07. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли (%) Cr при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

56. При определении массовой доли (%) диоксида титана в минерале фотометрическим методом в четырех параллельных пробах минерала были получены следующие результаты: 8,40; 8,25; 8,32; 8,46. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли TiO_2 при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

57. При определении массовой доли (%) хрома потенциометрическим титрованием в четырех параллельных пробах стали получены следующие результаты: 7,70; 7,55; 7,48; 7,64. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли Cr при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

58. При фотометрическом определении массовой доли (%) марганца в трех параллельных пробах образца стали получены следующие результаты: 1,13; 1,15; 1,08. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли Mn при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

59. При определении содержания (мкг/дм^3) теллура в четырех одинаковых по объему пробах сточной воды спектрофотометрическим методом в виде иодидного комплекса были получены следующие результаты: 6,0; 10,0; 7,0; и 9,0. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения содержания Te при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

60. При определении массовой доли железа (%) в трех параллельных пробах медно-никелевого сплава спектрофотометрическим методом получены следующие результаты: 0,090; 0,095; 0,103. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли Fe при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

61. В трех навесках легированной стали определяли массовую долю (%) ванадия спектрофотометрическим методом с дихлорхромотроповой кислотой. При этом были получены следующие результаты: 0,54; 0,48; 0,45. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения s и границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли (%) ванадия при доверительной вероятности $P = 0,95$.

62. При определении массовой доли (%) хрома в трех навесках легированной стали спектрофотометрическим методом с дифенилкарбазидом были получены следующие результаты: 1,66; 1,72; 1,75. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли Cr при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения.

63. При стандартизации раствора соляной кислоты по навеске карбоната натрия были получены следующие результаты концентрации раствора HCl (моль/дм^3): 0,1005; 0,1008; 0,1010; 0,1006. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

64. Массовая доля (%) никеля в пробе образца стали по результатам анализов составляет: 1,22; 1,18; 1,22; 1,21. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения массовой доли никеля в пробе при доверительной вероятности $P = 0,95$.

65. При определении массовой доли (%) кальция гравиметрическим методом были получены следующие результаты: 12,86; 12,90; 12,93; 12,84. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

66. При анализе шести параллельных проб серебряной монеты были получены следующие результаты массовой доли (%) серебра: 90,04; 90,12; 89,92; 89,94; 90,08; 90,02. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

67. При определении массовой доли (%) сурьмы в сплаве были получены следующие результаты: 11,95; 12,03; 11,98; 12,04. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

68. При фотометрическом определении содержания (г/дм^3) Cu^{2+} -ионов в растворе были получены следующие результаты: $5,1 \cdot 10^{-3}$; $5,5 \cdot 10^{-3}$; $5,4 \cdot 10^{-3}$; $5,8 \cdot 10^{-3}$; $5,2 \cdot 10^{-3}$. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

69. При фотометрическом определении молярной концентрации V^{3+} -ионов в растворе были получены следующие результаты (моль/дм^3): $8,35 \cdot 10^{-5}$; $8,00 \cdot 10^{-5}$; $8,50 \cdot 10^{-5}$; $8,45 \cdot 10^{-5}$; $8,05 \cdot 10^{-5}$; $7,90 \cdot 10^{-5}$; $8,17 \cdot 10^{-5}$. Рассчитать стандартное

отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

70. При определении массовой доли (%) марганца в почве были получены следующие результаты: $5,3 \cdot 10^{-2}$; $5,9 \cdot 10^{-2}$; $7,3 \cdot 10^{-2}$; $12,0 \cdot 10^{-2}$; $6,9 \cdot 10^{-2}$; $4,3 \cdot 10^{-2}$; $3,8 \cdot 10^{-2}$; $6,3 \cdot 10^{-2}$; $10,0 \cdot 10^{-2}$; $4,8 \cdot 10^{-2}$. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

71. При стандартизации раствора перманганата калия получены следующие результаты молярной концентрации эквивалента KMnO_4 (моль/дм³): 0,1013; 0,1012; 0,1012; 0,1014. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

72. Массовая доля (%) марганца в образце ферромарганца по результатам параллельных анализов составляет: 21,34; 21,32; 21,31; 21,35. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

73. При определении массовой доли (%) Sb_2S_3 в образце сурьмяного блеска были получены следующие результаты: 54,28; 54,52; 54,41; 54,35. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения s и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

74. При стандартизации раствора соляной кислоты по навеске карбоната натрия были получены следующие результаты молярной концентрации раствора HCl (моль/дм³): 0,1000; 0,0998; 0,0997; 0,1002. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

75. При определении массовой доли (%) хлорид-ионов в восьми навесках пробы были получены следующие результаты: 59,83; 60,04; 60,45; 59,88; 60,33; 60,24; 60,28; 59,77. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли хлорид-ионов при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительное стандартное отклонение (%).

76. Массовая доля (%) никеля в пробе образца стали по результатам параллельных анализов составляет: 2,01; 1,98; 2,02; 1,99. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения массовой доли никеля в пробе при доверительной вероятности $P = 0,95$.

77. В шести пробах, взятых из вагона с титановой рудой, определили массовую долю (%) TiO_2 . Среднее значение массовой доли TiO_2 составляет 58,6%, стандартное отклонение $s = 0,7\%$. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли TiO_2 при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительное стандартное отклонение (%).

78. Массовая доля (%) марганца в образце ферромарганца по результатам параллельных анализов составляет: 50,17; 50,14; 50,13; 50,16. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

79. При определении относительной атомной массы углерода были получены следующие результаты: 12,0080; 12,0095; 12,0097; 12,0101; 12,0102; 12,0106; 12,0111; 12,0113; 12,0118; 12,0120. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения относительной атомной массы углерода при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительное стандартное отклонение (%).

80. При стандартизации раствора соляной кислоты по навеске карбоната натрия были получены следующие значения концентрации раствора HCl

(моль/дм³): 0,0995; 0,0996; 0,0990; 0,0992. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

81. При анализе пробы угля на содержание серы были получены следующие значения массовой доли (%): 3,17; 3,20; 3,14; 3,18; 3,12. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли серы при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительное стандартное отклонение (%).

82. При определении массовой доли (%) Sb_2S_3 в образце сурьмяного блеска были получены следующие результаты: 67,59; 67,46; 67,66; 67,45. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения s и доверительный интервал для среднего значения массовой доли Sb_2S_3 при доверительной вероятности $P = 0,95$.

83. При стандартизации раствора серной кислоты на титрование четырех навесок кристаллогидрата тетрабората натрия массой (г) 0,4263; 0,4356; 0,4115, 0,4181 израсходовано соответственно 22,35; 22,90; 21,95; 23,45 см³ серной кислоты. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения молярной концентрации эквивалента H_2SO_4 при доверительной вероятности $P = 0,95$.

84. Массовая доля (%) никеля в пробе образца стали по результатам параллельных анализов составляет: 3,25; 3,23; 3,22; 3,26. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения массовой доли никеля в пробе при доверительной вероятности $P = 0,95$.

85. При определении массовой доли (%) оксида кальция в образце получены следующие результаты: 12,86; 12,90; 12,93; 12,80. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и коэффициент вариации.

86. При стандартизации раствора перманганата калия получены следующие результаты молярной концентрации эквивалента KMnO_4 (моль/дм³): 0,1015; 0,1012; 0,1012; 0,1013. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

87. На титрование шести одинаковых по объему проб раствора щавелевой кислоты израсходовано 25,20; 25,35; 25,30; 25,25; 25,32; 25,26 см³ раствора перманганата калия. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения объема раствора перманганата калия при доверительной вероятности $P = 0,95$.

88. Методом иодометрии были получены следующие значения массовой доли (%) аскорбиновой кислоты в соке: 0,0059; 0,0061; 0,0055; 0,0055; 0,0061. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения s и доверительный интервал для среднего значения массовой доли аскорбиновой кислоты при доверительной вероятности $P = 0,95$.

89. При определении общей жесткости природной воды (ммоль/дм³) методом комплексонометрии получены следующие результаты: 8,55; 8,80; 8,75; 8,65; 8,55; 8,50. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и границы доверительного интервала для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

90. Массовая доля (%) марганца в образце ферромарганца по результатам параллельных анализов составляет: 65,57; 65,56; 65,59; 65,60. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

91. При определении массовой доли (%) сульфата аммония в образце формальдегидным методом были получены следующие результаты: 48,25; 49,10; 48,67; 48,92; 49,20; 48,00. Рассчитать относительную погрешность определения среднего значения массовой доли сульфата аммония при доверительной вероятности $P = 0,95$.

92. Массовая доля (%) никеля в пробе образца стали по результатам параллельных анализов составляет 4,49; 4,47; 4,50; 4,46. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения массовой доли никеля в пробе при доверительной вероятности $P = 0,95$.

93. При стандартизации раствора перманганата калия по стандартному раствору щавелевой кислоты получены следующие значения молярной концентрации эквивалента перманганата калия (моль/дм³): 0,1250; 0,1255; 0,1265; 0,1260; 0,1245. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения молярной концентрации эквивалента перманганата калия при доверительной вероятности $P = 0,95$.

94. При определении массовой доли (%) Sb_2S_3 в образце сурьмяного блеска были получены следующие результаты: 84,14; 83,93; 84,11; 83,98. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения s и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

95. При определении массовой доли (%) пероксида водорода в растворе методом иодометрии получены следующие результаты: 20,50; 20,60; 20,55; 20,65; 20,70. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли (%) H_2O_2 при доверительной вероятности $P = 0,95$.

96. При стандартизации раствора перманганата калия получены следующие значения молярной концентрации эквивалента $KMnO_4$ (моль/дм³): 0,1013; 0,1015;

0,1015; 0,1013. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

97. При стандартизации раствора нитрата серебра методом Мора на титрование четырех навесок хлорида натрия массой (г) 0,0292; 0,0508; 0,0394; 0,0250 израсходовано соответственно: 20,00; 40,50; 33,50; 21,50 см³ раствора AgNO₃. Рассчитать молярную концентрацию раствора нитрата серебра и границы доверительного интервала для среднего значения молярной концентрации раствора AgNO₃ при доверительной вероятности $P = 0,95$.

98. Массовая доля (%) марганца в образце ферромарганца по результатам параллельных анализов составляет 34,45; 34,41; 34,42; 34,43. Рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

99. На титрование четырех проб раствора нитрата серебра объемом по 10,00 см³ с молярной концентрацией AgNO₃ 0,05000 моль/дм³ израсходовано 12,22; 12,20; 12,18; 12,14 см³ раствора тиоцианата аммония. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения молярной концентрации раствора NH₄SCN при доверительной вероятности $P = 0,95$.

100. При определении массовой доли (%) бензойной кислоты в образце получены следующие результаты: 0,077; 0,075; 0,074; 0,076. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли C₆H₅COOH и относительную погрешность определения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

101. На титрование трех проб раствора азотной кислоты объемом 10,00 см³ израсходовано 12,03; 12,01; 12,02 см³ раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм³. Рассчитать границы доверительного интервала для

среднего значения молярной концентрации раствора HNO_3 при доверительной вероятности $P = 0,95$.

102. При определении массовой доли (%) серы в образце получены следующие результаты: 0,38; 0,36; 0,38; 0,34. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли серы и относительную погрешность определения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

103. При определении массовой доли (%) бария в образце хлорида бария гравиметрическим методом были получены следующие результаты: 70,82; 70,89; 71,00; 71,02; 70,91; 70,85. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли бария и относительную погрешность определения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

104. При определении массовой доли (%) фосфора в образце получены следующие результаты: 35,3; 35,4; 35,2; 35,5; 35,4; 35,3. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли фосфора и относительную погрешность определения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

105. При определении массовой доли (%) ртути в образце рыбы атомно-абсорбционным методом были получены следующие результаты: $2,06 \cdot 10^{-4}$; $1,93 \cdot 10^{-4}$; $2,12 \cdot 10^{-4}$; $2,16 \cdot 10^{-4}$; $1,89 \cdot 10^{-4}$. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли ртути при доверительной вероятности $P = 0,95$.

106. При определении массовой доли (%) алкоголя в крови получены следующие результаты: 0,84; 0,79; 0,89. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ при доверительной вероятности $P = 0,95$, предположив, что:

1) о воспроизводимости метода ничего не известно и ее необходимо рассчитать по результатам анализов;

2) на основе предыдущих опытов известно значение стандартного отклонения $s = 0,0025\%$, которое принимается за генеральное стандартное отклонение σ .

107. При определении массовой доли (%) бора в двух образцах сополимера титрованием борной кислоты раствором щелочи были получены следующие результаты:

1 образец: 0,095; 0,100; 0,110; 0,096; 0,100; 0,096; 0,100; 0,100.

2 образец: 0,0059; 0,0061; 0,0055; 0,0055; 0,0061.

Установить, как зависит коэффициент вариации от содержания определяемого компонента ($P = 0,95$).

108. При определении массовой доли (%) марганца в двух образцах пиролюзита методом перманганатометрии были получены следующие значения:

1 образец: 20,15; 20,41; 20,52; 20,28.

2 образец: 15,20; 15,30; 15,40; 15,50.

Установить, как зависит коэффициент вариации от содержания определяемого компонента ($P = 0,95$).

109. При определении массовой доли (%) калия в трех образцах перхлоратным методом были получены следующие результаты:

1 образец: 15,01; 15,03; 15,00; 15,02.

2 образец: 40,00; 40,03; 40,04; 40,02.

3 образец: 50,01; 50,03; 50,04; 50,03.

Установить, как зависит коэффициент вариации от содержания определяемого компонента ($P = 0,95$).

110. При 10-кратном определении массовой доли (%) меди в образце было получено значение, которое составляет 0,87%. Сумма квадратов отклонений от среднего равна 0,15. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения массовой доли меди при доверительной вероятности $P = 0,95$.

111. На титрование четырех одинаковых проб раствора щелочи израсходовано 2,25; 2,56; 2,43; 2,35 см³ раствора кислоты. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения объема раствора кислоты при доверительной вероятности $P = 0,95$.

112. При определении массовой доли (%) оксида кальция в пробе образца известняка были получены следующие результаты: 50,5; 50,3; 50,9; 50,7; 50,3; 51,4; 49,2; 49,90; 50,4; 50,6. Рассчитать доверительный интервал для среднего значения массовой доли оксида кальция в пробе при доверительной вероятности $P = 0,95$.

113. На титрование десяти одинаковых проб воды с металлохромным индикатором кислотным хром темно-синим израсходовано 22,25; 22,30; 22,35; 22,35; 22,40; 22,35; 22,40; 22,45; 22,40; 22,25 см³ раствора ЭДТА. Рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения объема раствора ЭДТА при доверительной вероятности $P = 0,95$.

114. Оценить по Q -критерию пригодность для статистической обработки результатов выборки: 7,310; 7,300; 7,284; 7,380; 7,292. Доверительная вероятность $P = 0,95$.

115. На титрование пяти проб раствора оксалата натрия объемом по 10,00 см³ израсходовано 15,10; 15,25; 15,05; 15,00; 15,15 см³ раствора перманганата калия. Оценить по Q -критерию пригодность результатов титрования для статистической обработки. Для достоверных данных рассчитать границы доверительного

интервала для среднего значения объема раствора KMnO_4 при доверительной вероятности $P = 0,95$.

116. При стандартизации раствора тиосульфата натрия по навеске дихромата калия на титрование иода, выделившегося при взаимодействии дихромата калия с иодидом калия в кислой среде, было израсходовано 12,45; 12,75; 12,80; 12,90; 12,70 см^3 раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Оценить по Q -критерию пригодность результатов титрования для статистической обработки. Для достоверных данных рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения объема раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ при доверительной вероятности $P = 0,95$.

117. На титрование пяти проб раствора оксалата натрия объемом по 10,00 см^3 израсходовано 14,50; 15,00; 15,10; 15,05; 14,95 см^3 раствора перманганата калия. Оценить по Q -критерию пригодность результатов титрования для статистической обработки. Для достоверных данных рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения объема раствора KMnO_4 при доверительной вероятности $P = 0,95$ и относительную погрешность определения объема.

118. Оценить по Q -критерию пригодность для статистической обработки результатов выборки: 41,50; 41,37; 41,61; 41,84; 41,70. Доверительная вероятность $P = 0,95$.

119. При определении массовой доли (%) сульфат-ионов в образце гравиметрическим методом были получены следующие результаты: 45,51; 45,45; 45,57; 46,15; 45,70. Определить, содержат ли результаты определения грубые погрешности?

120. При исследовании раствора были получены следующие значения его pH: 8,32; 8,48; 8,55; 8,20; 8,40. Определить, содержат ли результаты определения грубые погрешности?

121. При определении массовой доли (%) оксида алюминия в топазе были получены следующие результаты: 53,96; 54,15; 54,05; 54,03; 54,32. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

122. При определении массовой доли (%) P_2O_5 в апатите были получены следующие результаты: 35,11; 35,14; 35,18; 35,21; 35,42. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

123. При определении массовой доли (%) сульфат-ионов гравиметрическим методом были получены следующие результаты: 15,51; 15,45; 15,48; 15,53; 16,21. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

124. При исследовании раствора были получены следующие значения его pH: 5,48; 5,45; 5,30; 5,40; 5,55. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

125. При определении массовой доли (%) никеля гравиметрическим методом были получены следующие результаты: 4,06; 4,04; 4,07; 4,08; 4,01. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

126. При определении массовой доли (%) меди в магниевых сплавах методом иодометрии были получены следующие результаты: 0,17; 0,19; 0,16; 0,17; 0,15. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

127. При определении массовой доли (%) магния в образце мергеля комплексонометрическим методом были получены следующие результаты: 14,30; 14,45; 14,50; 14,51; 14,98. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

128. При определении массовой доли (%) уксусной кислоты в растворе методом кислотно-основного титрования были получены следующие результаты: 5,12; 6,82; 6,12; 6,32; 6,22; 6,32; 6,02. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

129. При определении массовой доли (%) азота в белке получены следующие результаты: 15,25; 15,05; 15,00; 15,10; 15,15. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

130. На титрование одинаковых по объему проб раствора аскорбиновой кислоты израсходовано 10,12; 10,15; 10,16; 10,15; 10,17 см³ раствора иода в иодиде калия. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определения ($P = 0,95$).

131. При определении массовой доли (%) пероксида водорода в растворе методом перманганатометрии получены следующие результаты: 7,30; 7,28; 7,38; 7,28; 7,25. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

132. При определении константы ионизации уксусной кислоты получены следующие результаты: $1,74 \cdot 10^{-5}$; $1,70 \cdot 10^{-5}$; $1,80 \cdot 10^{-5}$; $1,65 \cdot 10^{-5}$; $1,68 \cdot 10^{-5}$. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

133. На титрование одинаковых по объему проб раствора янтарной кислоты израсходовано 40,12; 40,15; 40,25; 40,05; 40,10 см³ раствора гидроксида натрия. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определения ($P = 0,95$).

134. На титрование одинаковых по объему проб раствора гидроксида натрия израсходовано 10,00; 10,10; 10,22; 10,35; 10,15 см³ раствора соляной кислоты. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью при $P = 0,90$ и при $P = 0,95$?

135. Навеску карбоната натрия массой 0,2353 г растворили в мерной колбе объемом 100,00 см³. На титрование пяти аликвот объемом по 20,00 см³ в присутствии метилового оранжевого израсходовано 4,33; 4,34; 4,35; 4,34; 4,37 см³ раствора соляной кислоты. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах титрования ($P = 0,95$). Рассчитать среднее значение молярной концентрации раствора HCl.

136. При стандартизации раствора соляной кислоты получены следующие значения молярной концентрации раствора HCl (моль/дм³): 0,2131; 0,2134; 0,2130; 0,2133; 0,2122. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определения ($P = 0,95$). Для получения достоверных данных рассчитать границы доверительного интервала для среднего значения молярной концентрации раствора HCl.

137. При определении массовой доли (%) азотной кислоты в растворе получены следующие результаты: 36,3; 36,8; 36,0; 37,0; 37,8. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

138. При определении массовой доли (%) меди в латуни получены следующие результаты: 12,32; 12,29; 12,24; 12,48; 12,20. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

139. При стандартизации раствора соляной кислоты получены следующие значения молярной концентрации (моль/дм³): 0,1003; 0,1004; 0,1003; 0,1005; 0,1008. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определения ($P = 0,95$). Для получения достоверных данных рассчитать границы доверительного интервала среднего значения молярной концентрации раствора HCl.

140. При определении константы ионизации кислоты получены следующие значения: $4,27 \cdot 10^{-4}$; $4,63 \cdot 10^{-4}$; $4,37 \cdot 10^{-4}$; $4,25 \cdot 10^{-4}$; $4,18 \cdot 10^{-4}$. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

141. При определении содержания циркония в пробе спектрофотометрическим методом с реагентом арсенazo III были получены следующие результаты (мкг): 2,4; 2,7; 2,5; 2,6; 2,5; 3,2. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

142. При определении массовой доли (%) Fe₂O₃ гравиметрическим методом были получены следующие результаты: 38,71; 38,90; 38,62; 38,74; 38,98. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью?

143. При определении константы ионизации гидроксида аммония получены следующие значения: $1,76 \cdot 10^{-5}$; $1,63 \cdot 10^{-5}$; $1,70 \cdot 10^{-5}$; $1,85 \cdot 10^{-5}$; $1,60 \cdot 10^{-5}$. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определения ($P = 0,95$).

144. Оценить по Q -критерию пригодность для статистической обработки результатов выборки: 40,13; 40,15; 40,55; 40,20; 40,28. Доверительная вероятность $P = 0,95$.

145. Оценить по Q -критерию пригодность для статистической обработки результатов выборки: 5,12; 6,82; 6,12; 6,32; 6,22; 6,32; 6,02. Доверительная вероятность $P = 0,95$.

146. Оценить по Q -критерию пригодность для статистической обработки результатов определения массовой доли (%) азота в образце: 5,71; 4,00; 4,97; 5,23; 5,20; 5,17. Доверительная вероятность $P = 0,95$.

147. Оценить по Q -критерию пригодность для статистической обработки результатов определения массовой доли (%) мышьяка в образце: 10,00; 10,10; 11,00; 10,20. Доверительная вероятность $P = 0,95$.

148. При определении массовой доли (%) свинца в сплаве были получены следующие результаты: 14,50; 14,43; 14,54; 14,45; 14,44; 14,52; 14,58; 14,40; 14,25; 14,49. Оценить по Q -критерию пригодность для статистической обработки результатов определения массовой доли (%) свинца в сплаве. Для получения достоверных данных рассчитать стандартное отклонение для единичного определения и границы доверительного интервала для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

149. При определении массовой доли (%) оксида кальция в кальците были получены следующие результаты: 55,95; 56,0; 56,04; 56,08; 56,23. Используя Q -критерий, установить, имеются ли грубые погрешности в результатах определений ($P = 0,95$).

150. На титрование пяти проб раствора щелочи объемом по 10,00 см³ было израсходовано 2,84; 2,25; 2,56; 2,35; 2,43 см³ раствора кислоты. Оценить по Q -критерию пригодность результатов титрования для статистической обработки. Для получения достоверных данных рассчитать границы доверительного интервала для

среднего значения объема раствора кислоты при доверительной вероятности $P = 0,95$.

151. При определении массовой доли (%) бериллия в образце сплава спектральным методом были получены следующие результаты: 0,54; 0,49; 0,53; 0,56; 0,55. Оценить по Q -критерию пригодность результатов анализа для статистической обработки ($P = 0,95$).

152. Имеется ли систематическая погрешность в определении массовой доли (%) платины новым методом, если при анализе стандартного образца платиновой руды с известным значением массовой доли, равным 85,97%, были получены следующие результаты: 85,97; 85,71; 85,84; 85,79?

153. При титровании стандартного раствора серной кислоты с молярной концентрацией эквивалента $0,1285 \text{ моль/дм}^3$ раствором гидроксида натрия были получены следующие значения молярной концентрации эквивалента H_2SO_4 : 0,1274; 0,1278; 0,1280; 0,1275. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении концентрации серной кислоты?

154. При определении массы (мг) цинка методом амперометрического титрования двое студентов при титровании одинаковой пробы стандартного образца получили следующие значения:

1) 15,10; 15,05; 14,97.

2) 14,00; 13,50; 13,00.

Действительное значение массы цинка в пробе равно 15,00 мг. Установить, имеется ли систематическая погрешность в полученных результатах?

155. При определении массовой доли (%) хрома в пробах стандартного образца двое студентов получили следующие результаты:

1) 13,50; 14,00; 14,50.

2) 17,00; 16,00; 18,20.

Действительное значение массы хрома в пробе равно 15,10 %. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении массовой доли (%) хрома?

156. При определении константы ионизации фенолового красного получены следующие значения: $3,60 \cdot 10^{-8}$; $3,02 \cdot 10^{-8}$; $2,24 \cdot 10^{-8}$. Действительное значение константы ионизации фенолового красного равно $2,50 \cdot 10^{-8}$. Допущена ли систематическая погрешность в определении константы ионизации?

157. При определении константы ионизации гидроксида аммония получены следующие значения: $1,74 \cdot 10^{-5}$; $1,76 \cdot 10^{-5}$; $1,82 \cdot 10^{-5}$. Действительное значение константы ионизации гидроксида аммония равно $1,75 \cdot 10^{-5}$. Допущена ли систематическая погрешность в определении константы ионизации ($P = 0,95$)?

158. В стандартном образце известняка массовая доля кальция составляет 30,10%. При анализе этого образца были получены следующие значения массовой доли кальция (%): 29,30; 29,41; 29,90; 30,00. Допущена ли систематическая погрешность в определении массовой доли кальция в образце ($P = 0,95$)?

159. Студент, определяя молярную концентрацию (моль/дм³) раствора соляной кислоты, получил следующие значения: 0,1113; 0,1112; 0,1109; 0,1111; 0,1110. Допущена ли систематическая погрешность в определении, если истинная молярная концентрация раствора соляной кислоты равна 0,1110 моль/дм³ ($P = 0,95$)?

160. При определении массовой доли (%) меди в стандартном образце латуни электрогравиметрическим методом получены следующие результаты: 58,02; 58,22; 57,94; 58,30; 58,10. Действительное значение массовой доли меди в образце равно 58,10%. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении массовой доли меди ($P = 0,95$) ?

161. При определении массовой доли (%) бериллия в стандартном образце бронзы фотометрическим методом получены следующие результаты: 2,16; 2,12; 2,18; 2,19; 2,25. Действительное значение массовой доли бериллия в образце равно 2,11%. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении массовой доли бериллия ($P = 0,95$) ?

162. Массовая доля (%) активного хлора в хлорной извести по результатам анализов стандартного образца составляет: 37,11; 37,18; 37,23; 37,15. Действительное значение массовой доли активного хлора равно 37,20. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении массовой доли (%) активного хлора.

163. Массовая доля (%) азота в стандартном образце аммиачной селитры по результатам анализов составляет: 34,52; 34,72; 34,68; 34,64. Действительное значение массовой доли азота равно 34,80. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении массовой доли (%) азота.

164. В стандартном образце массовая доля (%) серебра равна 1,47. При анализе этого образца были получены следующие значения массовой доли серебра (%): 1,31; 1,45; 1,42; 1,32; 1,30. Допущена ли систематическая погрешность в определении массовой доли серебра в образце ($P = 0,95$) ?

165. Имеется ли систематическая погрешность в определении массовой доли (%) серы в керосине по новой методике, если при анализе образца с известным значением массовой доли (%) серы, равным 0,123, были получены следующие результаты: 0,112; 0,118; 0,115; 0,119 ?

166. При определении молярной массы (г/моль) тиокола получены следующие значения: 2254; 2247; 2242; 2263; 2257. Действительное значение

молярной массы тиокола составляет 2262 г/моль. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении ?

167. При анализе органического соединения были получены следующие значения показателя преломления: 1,1252; 1,1248; 1,1253; 1,1240; 1,1260. Действительное значение показателя преломления 1,1240. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении ?

168. При определении массовой доли (%) оксида калия в стандартном образце были получены следующие результаты:

первый химик: 15,00; 15,23; 15,18; 14,91;

второй химик: 14,91; 15,01; 14,73; 17,78.

Действительное значение массовой доли (%) оксида калия в стандартном образце составляет 15,09. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении?

169. При определении массовой доли (%) Fe_2O_3 в стандартном образце были получены следующие результаты: 38,76; 38,85; 38,64; 38,72. Действительное значение массовой доли (%) Fe_2O_3 в стандартном образце составляет 38,84. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении?

170. При определении массовой доли (%) марганца в стандартном образце были получены следующие результаты: 30,41; 30,68; 30,35; 30,15. Действительное значение массовой доли (%) марганца в стандартном образце составляет 30,60. Установить, имеется ли систематическая погрешность в определении?

171. При определении массовой доли (%) цинка в образце бронзы по одной и той же методике в двух лабораториях были получены следующие результаты:

лаборатория 1 ($n_1=5$): 21,6; 21,1; 21,4; 21,7; 21,9;

лаборатория 2 ($n_2=8$): 22,0; 20,6; 21,3; 20,4; 21,1; 21,5; 21,4; 20,9.

Можно ли считать, что дисперсии результатов определения массовой доли цинка в двух лабораториях отличаются незначимо?

172. Для изучения воспроизводимости измерений с помощью рН-метра проведены измерения рН в шести порциях буферного раствора 1 в кислой области и в шести порциях буферного раствора 2 в щелочной области. Получены следующие значения:

рН раствора 1 ($n_1=6$): 3,82; 3,86; 3,83; 3,80; 3,81; 3,86;

рН раствора 2 ($n_2=6$): 9,18; 9,13; 9,15; 9,18; 9,16; 9,14.

Можно ли считать, что дисперсии результатов измерений в области рН 4-9 отличаются незначимо, то есть воспроизводимость в области рН 4-9 является устойчивой характеристикой ?

173. Для изучения воспроизводимости результатов определений методом комплексонометрии с новыми металлохромными индикаторами на титрование десяти одинаковых по объему проб раствора Cu^{2+} -ионов израсходованы следующие объемы (см^3) раствора ЭДТА:

индикатор 1: 22,50; 22,70; 22,80; 22,60; 22,80; 22,60; 22,80; 22,50; 22,30; 22,40;

индикатор 2: 20,60; 22,00; 22,35; 21,75; 21,95; 22,20; 24,25; 21,80; 22,35; 21,65.

Можно ли считать, что дисперсии результатов титрования с индикаторами 1 и 2 отличаются незначимо?

174. При определении массовой доли (%) бериллия в образце сплава одним и тем же методом двумя химиками-аналитиками были получены следующие средние результаты:

	<i>1 химик</i>	<i>2 химик</i>
n (количество параллельных определений)	5	4
\bar{w} (%) (Be) (среднее значение):	7,32	7,44
s (%) (выборочное стандартное отклонение)	0,130	0,105.

Можно ли считать, что средние значения массовой доли (%) бериллия в образце, полученные двумя химиками-аналитиками, отличаются незначимо?

175. При определении массы тигля на одних и тех же аналитических весах двумя группами студентов были получены следующие средние результаты:

	<i>1 группа</i>	<i>2 группа</i>
n (количество параллельных определений)	11	8
\bar{m} (г) (тигля) (среднее значение):	18,2463	8,2466
s (г) (выборочное стандартное отклонение)	0,0003	0,0003.

Можно ли считать, что средние значения массы тигля, полученные двумя группами студентов, отличаются незначимо ($t_{P=0,95; f=17} = 2,11$)?

176. Состав краски, следы которой выявлены на одежде пострадавшего в автомобильной катастрофе, сравнили с составом краски на автомобиле, водителя которого подозревают как виновника несчастного случая. Можно ли считать, что средние значения спектроскопического определения массовой доли (%) титана в краске отличаются незначимо? Стандартное отклонение σ составляет 0,35%.

	w (%) (Ti)
Краска с одежды ($n_1=2$):	4,0; 4,6.
Краска с автомобиля ($n_2=5$)	4,5; 5,3; 5,5; 5,0; 4,9.

177. Вино из двух бочек проанализировали на содержание алкоголя, чтобы выяснить, из одного ли источника оно. Получены следующие результаты:

вино из бочки 1 ($n_1=6$)	вино из бочки 2 ($n_2=4$)
$\bar{w}(\%) \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 12,61	$\bar{w}(\%) \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 12,53.

Стандартное отклонение σ составляет 0,070% по результатам десяти анализов. Указывают ли эти данные, что вино из бочек разное?

178. При определении массовой доли (%) железа двумя методами получены следующие результаты:

	$\bar{w}(\%)(\text{Fe})$	$s(\%)$
гравиметрический метод ($n_1=6$):	46,20	0,08
титриметрический метод ($n_2=4$):	46,02	0,08.

Можно ли считать, что средние результаты массовой доли (%) железа, полученные двумя методами, отличаются незначимо ?

179. При титровании равных объемов раствора Cu^{2+} -ионов раствором ЭДТА с разными металлохромными индикаторами получены следующие результаты:

	$V(\text{ЭДТА})(\text{см}^3)$	$s(\text{см}^3)$
индикатор 1 ($n_1=10$):	22,35	0,07
индикатор 2 ($n_2=10$):	22,15	0,07.

Выясните, значимо ли различаются результаты титрования, полученные с разными индикаторами ($t_{0,95;f=18} = 2,10$)?

180. При определении массовой доли (%) железа в железорудном концентрате двумя разными методами были получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Fe})$

метод 1 ($n_1=5$): 26,50; 27,18; 28,05; 27,14; 26,93;

метод 2 ($n_2=5$): 25,34; 29,40; 29,05; 27,24; 26,15.

Значимо ли различаются дисперсии результатов, полученных этими методами ($P = 0,95$) ?

181. При определении массовой доли (%) бериллия в одном и том же эталонном образце с помощью двух разных спектрографов были получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Be})$

прибор 1 ($n_1=5$): 0,56; 0,58; 0,55; 0,54; 0,53;

прибор 2 ($n_2=5$): 0,54; 0,54; 0,56; 0,56; 0,55.

Значимо ли различаются дисперсии результатов, полученных с помощью этих приборов ($P = 0,95$) ?

182. При определении массовой доли (%) титана в ильменитовом концентрате двумя разными методами были получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Ti})$

метод 1 ($n_1=5$): 16,34; 17,25; 18,03; 17,14; 16,93;

метод 2 ($n_2=5$): 17,34; 17,40; 17,05; 17,24; 16,95.

Значимо ли различаются дисперсии результатов, полученных этими методами ($P = 0,95$) ?

183. При определении массовой доли (%) олова в одном и том же эталонном образце сплава с помощью двух разных спектрографов были получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Sn})$

прибор 1 ($n_1=5$): 5,36; 5,38; 5,45; 5,34; 5,37;

прибор 2 ($n_2=5$): 5,45; 5,40; 5,43; 5,47; 5,55.

Значимо ли различаются дисперсии результатов, полученных с помощью этих приборов ($P = 0,95$) ?

184. При определении массовой доли (%) марганца в стали двумя методами получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Mn})$

фотометрический метод: 0,80; 0,81; 0,78; 0,83;

эмиссионно-спектральный метод: 0,76; 0,70; 0,74.

Можно ли считать, что дисперсии результатов, полученных двумя методами, отличаются незначимо ($P = 0,95$) ?

185. При определении массовой доли (%) воды в двух образцах медного купороса методом отгонки были получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Cu})$

образец 1: 36,40; 36,54; 36,71;

образец 2: 35,90; 35,95; 36,08.

Можно ли считать, что средние значения массовой доли воды в образцах медного купороса отличаются незначимо ($P = 0,95$), то есть образцы идентичны?

186. При стандартизации раствора соляной кислоты два студента получили следующие результаты молярной концентрации раствора HCl (моль/дм³):

студент 1: 0,1113; 0,1112; 0,1109; 0,1111;

студент 2: 0,1106; 0,1103; 0,1107; 0,1105.

Значимо ли отличие средних результатов, полученных двумя студентами ($P = 0,95$) ?

187. При определении содержания (мкг/см^3) кальция в сыворотке крови двумя методами получены следующие результаты:

комплексометрический метод: 104; 103; 108; 107;

атомно-абсорбционный метод: 111; 109; 111.

Значимо ли расхождение между двумя средними значениями содержания кальция ($P = 0,95$) ?

188. При определении массовой доли (%) циркония в магний-циркониевом сплаве двумя методами получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Zr})$

спектрофотометрический метод: 15,0; 12,0; 13,0; 16,0; 17,0;

полярографический метод: 17,0; 16,5; 19,0; 15,5; 18,0; 15,6.

Значимо ли различаются дисперсии результатов, полученных двумя методами ($P = 0,95$) ?

189. При определении массовой доли (%) магния в доломите двумя методами получены следующие результаты:

$w(\%)(\text{Mg})$

гравиметрический метод ($n_1=5$): 10,21;

комплексометрический метод ($n_2=3$): 10,40.

Дисперсия результатов s^2 в каждом методе составляет $3,6 \cdot 10^{-3}$. Значимо ли различаются средние результаты, полученные этими методами ($P = 0,95$) ?

190. Найти результат вычислений и оценить предельное стандартное отклонение результата. Округлить результат до соответствующего числа значащих цифр. (В скобках указаны абсолютные стандартные отклонения отдельных результатов измерений).

1. $y = 0,50(\pm 0,02) + 4,10(\pm 0,03) - 1,97(\pm 0,05)$;
2. $y = \frac{[4,10(\pm 0,02)][0,0050(\pm 0,0001)]}{1,97 \pm 0,04}$;
3. $y = \frac{[14,3(\pm 0,2) - 11,6(\pm 0,2)] \cdot 50,0(\pm 0,1)}{42,3(\pm 0,4)}$;
4. $y = \lg [2,00(\pm 0,02) \cdot 10^{-3}]$;
5. $x = \text{antlg} [1,200(\pm 0,003)]$;
6. $x = \text{antlg} [45,4(\pm 0,3)]$;
7. $y = 6,75(\pm 0,03) + 0,843(\pm 0,001) - 7,021(\pm 0,001)$;
8. $y = 19,97(\pm 0,04) + 0,0030(\pm 0,0001) + 1,29(\pm 0,08)$;
9. $y = 67,1(\pm 0,3) \cdot 1,03(\pm 0,02) \cdot 10^{-17}$;
10. $243(\pm 1) \cdot \frac{760(\pm 2)}{1,006(\pm 0,006)}$;
11. $\frac{143(\pm 6) - 64(\pm 3)}{1249(\pm 1) + 77(\pm 8)}$;
12. $y = \frac{1,97(\pm 0,01)}{243(\pm 3)}$;
13. $y = [9,6(\pm 0,2)]^3$;
14. $y = [1,03(\pm 0,04) \cdot 10^{-16}]^{1/3}$;
15. $y = \lg [1,73(\pm 0,030)]$;
16. $y = \lg [0,0432(\pm 0,004)]$;
17. $y = \lg [6,02(\pm 0,02) \cdot 10^{23}]$;
18. $x = \text{antlg} [-3,47(\pm 0,05)]$;

19. $x = \text{antlg } [5,7(\pm 0,5)];$
20. $x = \text{antlg } [0,99(\pm 0,05)];$
21. $y = \lg [6,54(\pm 0,06)];$
22. $y = \lg [0,0022(\pm 0,0001)];$
23. $y = \lg [96494(\pm 2)];$
24. $x = \text{antlg } [-6,02(\pm 0,02)];$
25. $x = \text{antlg } [9,83(\pm 0,07)];$
26. $x = \text{antlg } [0,863(\pm 0,08)];$
27. $y = -1,02(\pm 0,02) \cdot 10^{-7} - 3,54(\pm 0,2) \cdot 10^{-8};$
28. $y = 100,20(\pm 0,08) - 99,62(\pm 0,06) + 0,200(\pm 0,004);$
29. $y = 0,0010(\pm 0,0005) \cdot 18,10(\pm 0,02) \cdot 200(\pm 1);$
30. $y = [33,33(\pm 0,03)]^3;$
31. $y = \frac{1,73(\pm 0,03) \cdot 10^{-14}}{1,63(\pm 0,04) \cdot 10^{-16}};$
32. $y = \frac{100(\pm 1)}{2(\pm 1)};$
33. $y = \frac{1,43(\pm 0,02) \cdot 10^{-2} - 4,76(\pm 0,06) \cdot 10^{-3}}{24,3(\pm 0,7) + 8,06(\pm 0,08)};$
34. $y = [17,2(\pm 0,6)]^{1/4}.$

191. Для построения градуировочного графика при определении содержания марганца в сплаве использовали раствор его соли с молярной концентрацией Mn^{2+} -ионов $1,00 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³, аликвотные части которого разбавляли буферным раствором до 25,00 см³ и полярографировали. Были получены следующие значения:

$V^a(\text{Mn}^{2+}), \text{ см}^3:$	1,00;	2,00;	3,00;	4,00;	5,00;	6,00;
$h, \text{ мм}:$	9,0;	16,0;	26,5;	35,0;	41,0;	54,0.

Навеску сплава массой 0,5000 г, содержащего марганец, растворили в азотной кислоте объемом 100,00 см³. Аликвоту этого раствора объемом 5,00 см³ разбавили тем же буферным раствором до объема 25,00 см³. При полярографировании получили волну высотой 32,7 мм. Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика, где $x - m(\text{Mn}^{2+})$ (мг), $y -$ высота волны (h) (мм) и вычислить массовую долю (%) марганца в сплаве.

192. Для построения градуировочного графика при определении содержания палладия в растворе использовали стандартный раствор его соли с молярной концентрацией палладия $\text{Pd } 4,5 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³, аликвотные части которого (V^a) разбавляли буферным раствором до 50,00 см³ и полярографировали. Были получены следующие значения:

$V^a(\text{Pd}^{2+}), \text{ см}^3:$	2,00;	4,00;	6,00;	8,00;	12,00;	16,00;	20,00;	24,00;
$h, \text{ мм}:$	7,0;	13,0;	19,0;	25,0;	37,0;	42,0;	56,0;	63,0.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - n(\text{Pd}^{2+})$, ммоль; $y -$ высота волны (h), мм) и определить молярную концентрацию палладия в исследуемом растворе, если аликвоту исследуемого раствора объемом 10,00 см³ разбавили тем же буферным раствором до объема 50,00 см³ и при полярографировании его получили волну высотой 31,0 мм.

193. Для построения градуировочного графика при определении содержания цинка в сплаве использовали раствор его соли с молярной концентрацией Zn^{2+} -ионов $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³, аликвотные части которого разбавляли аммиачным буферным раствором до объема 25,00 см³ и полярографировали. Были получены следующие результаты:

$V^a(\text{Zn}^{2+})$, см ³ :	1,00;	2,00;	3,00;	4,00;	5,00;	6,00;
h , мм:	9,0;	16,0;	26,5;	35,0;	41,0;	54,0.

Навеску сплава массой 1,0000 г, содержащего цинк, растворили в смеси кислот объемом 250,00 см³. Аликвоту этого раствора объемом 5,00 см³ разбавили тем же буферным раствором до объема 25,00 см³. При полярографировании получили волну высотой 32,7 мм. Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где x – $m(\text{Zn}^{2+})$, мг в аликвотном объеме (V^a); y – высота волны (h), мм) и вычислить массовую долю (%) цинка в сплаве.

194. Методом наименьших квадратов найдите линейную зависимость, которая отвечает следующим результатам спектрофотометрического анализа:

$m(\text{Cu}^{2+})$, мкг	2,0;	4,0;	6,0;	8,0;	10,0.
A	0,077;	0,126;	0,176;	0,230;	0,280.

195. Навеску сплава, содержащего кобальт, массой 0,1000 г растворили в смеси кислот и разбавили водой до 100,00 см³. Для полярографического определения отобрали исследуемый раствор объемом 10,00 см³, разбавили его фоном до 20,00 см³. Высота полярографической волны (h) составила 35,0 мм.

Для построения градуировочного графика приготовили раствор соли кобальта с молярной концентрацией $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³. Аликвотные части этого раствора (V^a) разбавляли тем же фоном до 20,00 см³ и полярографически определяли высоту волны. Были получены следующие результаты:

V^a , см ³ :	1,00;	2,00;	3,00;	4,00;	5,00;
h , мм :	10,0;	22,0;	29,0;	43,0;	49,0.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика, где $x - m(\text{Co}^{2+})$ (мг) в аликвотном объеме V^a , y – высота волны (h) (мм) и определить массовую долю (%) кобальта в сплаве.

196. Для построения градуировочного графика при определении никеля методом пиковой осадочной хроматографии на бумаге, пропитанной раствором осадителя (диметилглиоксима), приготовили три стандартных раствора. Для этого из навески $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ массой m (г) приготовили водный раствор в мерной колбе объемом $50,00 \text{ см}^3$. Аликвоты этого раствора объемом $5,00$; $10,00$ и $20,00 \text{ см}^3$ поместили в мерные колбы объемом $50,00 \text{ см}^3$, растворы довели водой до метки. Исследуемый раствор объемом $10,00 \text{ см}^3$ также разбавили водой в мерной колбе объемом $50,00 \text{ см}^3$. Для трех стандартных растворов и для исследуемого раствора на бумаге получили осадочные хроматограммы.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Ni}^{2+})$, мг в 50 см^3 хроматографируемого раствора; y – высота хроматографического пика (h), мм) и вычислить содержание никеля (мг) в 1 дм^3 исследуемого раствора.

№ варианта	$m (\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$	Высота пиков, мм			
		h_1	h_2	h_3	h_x
1	0,2000	20,5	36,0	66,4	33,0
2	0,2040	21,0	38,5	72,3	43,3
3	0,2820	29,0	42,0	68,0	47,0
4	0,2946	30,0	45,0	78,0	54,0
5	0,2480	25,5	37,5	61,3	49,0
6	0,2284	23,5	31,5	47,2	37,5
7	0,1950	20,0	35,0	65,0	53,0
8	0,3720	38,0	50,5	76,0	59,0
9	0,2200	22,5	39,0	71,5	65,0
10	0,2780	28,5	42,5	70,0	47,5

197. Для определения массовой доли (%) железа в сплаве навеску сплава массой 0,2500 г растворили в кислоте и разбавили водой до 100,00 см³. Для полярографического определения отобрали 5,00 см³ исследуемого раствора и разбавили его фоном до объема 25,00 см³. Высота полярографической волны (h) составила 18,0 мм.

Для построения градуировочного графика использовали раствор соли Fe(II) с молярной концентрацией Fe²⁺-ионов $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. Аликвотные части этого раствора (V^a) разбавляли тем же фоном до объема 25,00 см³ и полярографически определяли высоту волны. Были получены следующие результаты:

$V^a(\text{Fe}^{2+}), \text{ см}^3:$	1,00;	2,00;	3,00;	4,00;	5,00;	6,00;
$h, \text{ мм}:$	9,0;	16,0;	26,5;	35,0;	41,0;	54,0.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Fe}^{2+})$, мг в аликвотном объеме (V^a); y – высота волны (h), мм) и вычислить массовую долю (%) железа в сплаве.

198. Для определения массовой доли (%) титана в сплаве навеску сплава массой 0,2000 г растворили в кислоте и разбавили водой до 50,00 см³. Для полярографического определения отобрали 5,00 см³ исследуемого раствора и разбавили его буферным раствором до объема 25,00 см³. Высота полярографической волны (h) составила 10,8 мм.

Для построения градуировочного графика использовали раствор соли титана с молярной концентрацией $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. Аликвотные части этого раствора (V^a) разбавляли тем же фоном до объема 25,00 см³ и полярографически определяли высоту волны. Были получены следующие результаты:

$V^a, \text{ см}^3:$	1,00;	2,00;	3,00;	4,00;	5,00;	6,00;
$h, \text{ мм}:$	9,0;	16,0;	26,5;	35,0;	41,0;	54,0.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где x – масса титана, мг в аликвотном объеме (V^a); y – высота волны (h), мм) и вычислить массовую долю (%) титана в сплаве.

199. Для определения массовой доли (%) никеля в сплаве навеску сплава массой 0,2500 г растворили в смеси кислот и разбавили водой до 50,00 см³. Для полярографического определения отобрали аликвоту исследуемого раствора объемом 5,00 см³ и разбавили его аммиачным буферным раствором до 25,00 см³. Высота полярографической волны (h) составляет 22,7 мм.

Для построения градуировочного графика использовали раствор соли никеля с молярной концентрацией $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. Аликвотные части этого раствора (V^a) разбавляли тем же буферным раствором до 25,00 см³ и полярографически определяли высоту волны. Были получены следующие результаты:

$V^a(\text{Ni}^{2+})$, см ³ :	1,00;	2,00;	3,00;	4,00;	5,00;	6,00;
h , мм:	9,0;	16,0;	26,5;	35,0;	41,0;	54,0.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где x – $m(\text{Ni}^{2+})$, мг в аликвотном объеме (V^a); y – высота волны (h), мм) и вычислить массовую долю (%) никеля в сплаве.

200. Для определения массовой доли (%) молибдена в стали навеску стали массой 1,2000 г растворили в кислоте и разбавили водой до объема 50,00 см³. Для фотометрического определения отобрали аликвоту исследуемого раствора объемом 5,00 см³ и после соответствующей обработки получили окрашенный раствор объемом 100,0 см³. Оптическая плотность этого раствора составляет 0,12.

Для построения градуировочного графика использовали раствор молибденовой кислоты, содержащей 0,1124 г $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в 100,0 см³ раствора. Аликвотные части этого раствора (V^a) после обработки фенилгидразином

разбавляли до объема $100,0 \text{ см}^3$ и измеряли оптическую плотность (A) полученных окрашенных стандартных растворов. Были получены следующие результаты:

$V^a, \text{ см}^3$:	2,00;	4,00;	6,00;	8,00;	10,00.
A :	0,05;	0,11;	0,16;	0,21;	0,250.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Mo})$, мг в аликвотном объеме (V^a); y – оптическая плотность (A)) и вычислить массовую долю (%) молибдена в стали.

201. Для определения массовой доли (%) оксида молибдена(VI) в минерале навеску его массой $0,2400 \text{ г}$ растворили в кислоте и разбавили водой до объема $100,00 \text{ см}^3$. Для фотометрического определения отобрали аликвоту исследуемого раствора объемом $10,00 \text{ см}^3$, обработали реактивом дитиолом, разбавили водой и получили окрашенный раствор объемом $50,00 \text{ см}^3$. Оптическая плотность этого раствора составляет $0,510$.

Для построения градуировочного графика использовали стандартный раствор молибдата аммония, содержащего $0,1000 \text{ г}$ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ в $500,0 \text{ см}^3$ раствора. Аликвотные части этого раствора (V^a) после обработки соответствующим реактивом доводили до объема $50,00 \text{ см}^3$ и измеряли оптическую плотность (A) полученных окрашенных стандартных растворов. Были получены следующие результаты:

$V^a, \text{ см}^3$:	0,50;	1,00;	1,50;	2,00.
A :	0,231;	0,465;	0,690;	0,940.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{MoO}_3)$, мг в аликвотном объеме (V^a); y – оптическая плотность (A)) и вычислить массовую долю (%) оксида молибдена (VI) в минерале.

202. Для определения массовой доли (%) марганца в алюминии методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии навеску образца массой 0,2000 г растворили в смеси кислот и разбавили водой до объема 100,00 см³. Атомное поглощение (A) этого раствора при $\lambda = 279,5$ нм составляет 23 деления шкалы.

Градуировочный график был построен по следующим данным:

$m(\text{Mn})$, мкг в 1 см ³	0,50;	1,00;	1,50;	2,00.
A , деления шкалы	12;	25;	37;	49.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Mn})$, мкг в стандартном растворе; $y -$ атомное поглощение (A), деления шкалы) и вычислить массовую долю (%) марганца в алюминии.

203. Для определения массовой доли (%) цинка в алюминии методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии навеску образца массой 0,5000 г растворили в смеси кислот и разбавили водой до объема 50,00 см³. Атомное поглощение (A) этого раствора при $\lambda = 213,9$ нм составляет 15 делений шкалы.

Градуировочный график был построен по следующим данным:

$m(\text{Zn})$, мкг в 1 см ³	0,30;	0,50;	0,80;	1,00.
A , деления шкалы	7,5;	11,5;	16,3;	21,5.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Zn})$, мкг в стандартном растворе; $y -$ атомное поглощение (A), деления шкалы) и вычислить массовую долю (%) цинка в алюминии.

204. Для определения массовой доли (%) магния в сплаве методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии навеску образца массой 0,1000 г растворили в

смеси кислот и разбавили водой до объема 200,0 см³. Перед анализом раствор разбавили водой в 20 раз. Атомное поглощение (A) этого раствора при $\lambda = 285,2$ нм составляет 30 делений шкалы.

Градуировочный график был построен по следующим данным:

$m(\text{Mg})$, мкг в 1 см ³	0,5;	1,0;	1,5.
A , деления шкалы	19,5;	36,0;	55,0.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Mg})$, мкг в стандартном растворе; y – атомное поглощение (A), деления шкалы) и вычислить массовую долю (%) магния в сплаве.

205. Для определения массовой доли (%) марганца в сплаве методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии навеску образца массой 0,2500 г растворили в смеси азотной и серной кислот и разбавили водой до объема 500,0 см³. Атомное поглощение (A) этого раствора при $\lambda = 279,5$ нм составляет 25 делений шкалы.

Градуировочный график был построен по следующим данным:

$m(\text{Mn})$, мкг в 1 см ³	2,0;	4,0;	6,0;	8,0;	10,0.
A , деления шкалы	10;	20;	30;	40;	50.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Mn})$, мкг в стандартном растворе; y – атомное поглощение (A), деления шкалы) и вычислить массовую долю (%) марганца в сплаве.

206. Для определения массовой доли (%) свинца в сплаве методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии навеску образца массой 0,5000 г растворили в смеси соляной и азотной кислот и разбавили водой до объема 250,0 см³. Перед

анализом раствор разбавили водой в 20 раз. Атомное поглощение (A) этого раствора при $\lambda = 283,3$ нм составляет 0,500.

Градуировочный график был построен по следующим данным:

$m(\text{Pb}), \text{ мкг в } 1 \text{ см}^3$	2,0;	4,0;	6,0;	8,0;	10,0.
A	0,160;	0,320;	0,480;	0,640;	0,800.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Pb}), \text{ мкг в стандартном растворе}$; $y - \text{ атомное поглощение } (A)$) и вычислить массовую долю (%) свинца в сплаве.

207. Для определения содержания палладия в электролите (г/дм^3) методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии электролит разбавили водой в 100 раз. Атомное поглощение (A) этого раствора при $\lambda = 244,79$ нм составляет 0,440.

Градуировочный график был построен по следующим данным:

$m(\text{Pd}), \text{ мкг в } 1 \text{ см}^3$	5,0;	10,0;	15,0;	20,0;	25,0.
A	0,165;	0,340;	0,500;	0,680;	0,920.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Pd}), \text{ мкг в стандартном растворе}$; $y - \text{ атомное поглощение } (A)$) и вычислить содержание палладия в электролите (г/дм^3).

208. Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика по следующим данным значений оптической плотности и соответствующих им концентраций стандартных растворов:

$c(X), \text{ мкг/дм}^3$	0,1;	0,2;	0,4;	0,8;	1,0;	1,2.
A	0,050;	0,106;	0,198;	0,402;	0,512;	0,620.

209. Найдите методом наименьших квадратов линейную зависимость, которая отвечает следующим результатам спектрофотометрического анализа:

$m(\text{Zn}^{2+})$, мкг	0,2;	2,0;	4,0;	7,0;	10,0;	15,0.
A	0,120;	0,260;	0,440;	0,760;	1,080;	1,560.

210. Для нефелометрического определения содержания (мг/дм^3) сульфат-ионов в растворе исследуемый раствор объемом $50,00 \text{ см}^3$ разбавили водой в мерной колбе объемом $100,0 \text{ см}^3$. $20,00 \text{ см}^3$ этого раствора перенесли в мерную колбу объемом $100,0 \text{ см}^3$, приготовили в ней суспензию сульфата бария и довели водой до метки. Кажущаяся оптическая плотность этого раствора равна $0,72$.

Для построения градуировочного графика $25,00 \text{ см}^3$ раствора серной кислоты, содержащего $0,215 \text{ мг/см}^3$ сульфат-ионов, поместили в мерную колбу объемом $100,0 \text{ см}^3$ и довели водой до метки. В мерных колбах объемом $100,0 \text{ см}^3$, содержащих $20,0$; $15,0$; $10,0$; $6,00$ и $2,00 \text{ см}^3$ этого раствора, приготовили суспензии сульфата бария и измерили их кажущуюся оптическую плотность:

$V^a(\text{H}_2\text{SO}_4)$, см^3	20,0;	15,0;	10,0;	6,00;	2,00.
$A(\text{каж.})$	0,51;	0,62;	0,80;	0,98;	1,22.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{SO}_4^{2-})$, мг в аликвоте (V^a) стандартного раствора; y – кажущаяся оптическая плотность) и вычислить содержание (мг/дм^3) сульфат-ионов в исследуемом растворе.

211. Для нефелометрического определения массовой доли (%) серы навеску каменного угля массой $0,1348 \text{ г}$ перевели в раствор, который разбавили водой до объема $1000,0 \text{ см}^3$. $20,00 \text{ см}^3$ этого раствора после соответствующей обработки поместили в мерную колбу объемом $250,0 \text{ см}^3$, приготовили в ней суспензию

сульфата бария и довели водой до метки. Кажущаяся оптическая плотность этого раствора равна 0,46.

Для построения градуировочного графика $2,50 \text{ см}^3$ раствора серной кислоты с молярной концентрацией вещества эквивалента $0,01000 \text{ моль/дм}^3$ поместили в мерную колбу объемом $1000,0 \text{ см}^3$ и довели водой до метки. В мерных колбах объемом $100,0 \text{ см}^3$, содержащих $20,00$; $15,00$; $12,00$; $8,00$; $4,00$ и $2,00 \text{ см}^3$ этого раствора, приготовили суспензии сульфата бария и измерили их кажущуюся оптическую плотность:

$V^a(\text{H}_2\text{SO}_4), \text{ см}^3$	20,0;	15,0;	12,0;	8,00;	4,00;	2,00.
A (каж.)	0,21;	0,33;	0,42;	0,60;	0,80;	0,92.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{SO}_4^{2-})$, мг в аликвоте (V^a) стандартного раствора; y – кажущаяся оптическая плотность) и вычислить массовую долю (%) серы в каменном угле.

212. Для нефелометрического определения содержания (мг/дм^3) хлорид-ионов в растворе исследуемый раствор объемом $25,00 \text{ см}^3$ разбавили водой в мерной колбе объемом $100,0 \text{ см}^3$. $5,00 \text{ см}^3$ этого раствора перенесли в мерную колбу объемом $50,0 \text{ см}^3$, приготовили в ней суспензию хлорида серебра и довели водой до метки. Кажущаяся оптическая плотность этого раствора равна 0,29.

Для построения градуировочного графика $20,00 \text{ см}^3$ раствора хлорида калия, содержащего $0,5 \text{ мг/см}^3$ хлорид-ионов, поместили в мерную колбу объемом $100,0 \text{ см}^3$ и довели водой до метки. В мерных колбах объемом $50,0 \text{ см}^3$, содержащих $8,00$; $6,00$; $4,00$; и $2,00 \text{ см}^3$ этого раствора, приготовили суспензии хлорида серебра и измерили их кажущуюся оптическую плотность:

$V^a(\text{KCl}), \text{ см}^3$	8,00;	6,00;	4,00;	2,00.
A (каж.)	0,12;	0,22;	0,39;	0,66.

Методом наименьших квадратов найти параметры a и b уравнения прямой $Y = a + bx$ градуировочного графика (где $x - m(\text{Cl}^-)$, мг в аликвоте (V^a) стандартного раствора; y – кажущаяся оптическая плотность) и вычислить содержание (мг/дм³) хлорид-ионов в исследуемом растворе.

213. Зависимость давления пара от температуры в однокомпонентных системах выражается уравнением Клапейрона-Клаузиуса:

$$\lg P = \text{const} - \frac{\Delta H_{\text{фаз. пер.}}}{2,30259} \cdot \frac{1}{T}.$$

Методом наименьших квадратов найти среднюю теплоту испарения метана в интервале температур от 88,2 до 112,2 К, используя следующие данные:

$T, \text{ К}$	88,2;	92,2;	98,2;	104,2;	112,2.
$P, \text{ Н/м}^2$	$8,00 \cdot 10^3$;	$13,31 \cdot 10^3$;	$26,62 \cdot 10^3$;	$53,24 \cdot 10^3$;	$101,3 \cdot 10^3$.

214. При адсорбции аргона на коксовом угле при температуре 194,7 К получены следующие данные:

$P, \text{ Н/м}^2$	$31,9 \cdot 10^3$;	$130,5 \cdot 10^3$;	$290,0 \cdot 10^3$;	$350,0 \cdot 10^3$.
$\Gamma, \text{ мг/г}$	5,0;	15,4;	24,0;	26,0.

Используя метод наименьших квадратов, рассчитать константы k и Γ_∞ в уравнении Ленгмюра

$$\Gamma = \Gamma_\infty \frac{kP}{1 + kP},$$

где Γ – количество или масса газа, адсорбированного 1 г адсорбента (или 1 см² его поверхности);

P – давление газа при установившемся равновесии, Н/м²;

k и Γ_{∞} – константы, зависящие от природы адсорбента и адсорбируемого вещества.

215. При исследовании адсорбции бензойной кислоты углем из раствора ее в бензоле получены следующие результаты:

c , ммоль/см ³	0,006;	0,025;	0,053;	0,118;
$\frac{x}{m}$, ммоль/г	0,44;	0,78;	1,04;	1,44.

Методом наименьших квадратов вычислить константы a и $1/n$ в уравнении Фрейндлиха

$$\frac{x}{m} = a \cdot c^{1/n},$$

где x – количество адсорбированного вещества, ммоль или моль;

m – масса адсорбента, г;

c – равновесная концентрация вещества в растворе, ммоль/дм³ (или моль/дм³, или ммоль/см³);

a и $1/n$ – постоянные величины, определяемые экспериментально.

216. При исследовании адсорбции уксусной кислоты углем получены следующие результаты:

c , ммоль/см ³	0,018;	0,031;	0,062;	0,126;
$\frac{x}{m}$, ммоль/г	0,461;	0,624;	0,801;	1,11.

Методом наименьших квадратов вычислить константы a и $1/n$ в уравнении Фрейндлиха

$$\frac{x}{m} = a \cdot c^{1/n},$$

где x – количество адсорбированного вещества, ммоль или моль;

m – масса адсорбента, г;

c – равновесная концентрация вещества в растворе, ммоль/дм³ (или моль/дм³, или ммоль/см³);

a и $1/n$ – постоянные величины, определяемые экспериментально.

217. При исследовании адсорбции ацетона древесным активированным углем получены следующие результаты:

c , ммоль/дм ³	2,34;	14,65;	88,62;	177,69;	268,97;
$\frac{x}{m}$, ммоль/г	0,208;	0,618;	1,50;	2,08;	2,88.

Методом наименьших квадратов вычислить константы a и $1/n$ в уравнении Фрейндлиха

$$\frac{x}{m} = a \cdot c^{1/n},$$

где x – количество адсорбированного вещества, ммоль или моль;

m – масса адсорбента, г;

c – равновесная концентрация вещества в растворе, ммоль/дм³ или моль/дм³;

a и $1/n$ – постоянные величины, определяемые экспериментально.

Вычислить количество ацетона, адсорбируемого 1 г угля при равновесной концентрации ацетона 125 ммоль/дм³.

218. При изучении скорости химической реакции получены следующие результаты (τ – время от начала опыта, мин; $m(X)$ – масса вещества X в реакционной смеси к моменту времени τ):

τ , мин	0;	7;	12;	17;	22;	27;	32;	37;
$m(X)$, г	100,0;	83,7;	72,9;	63,2;	54,7;	47,5;	41,4;	36,3.

Используя метод наименьших квадратов, составить эмпирическую формулу зависимости массы вещества, оставшегося в системе, от времени τ , которая имеет вид:

$$m(X) = a + b\tau + c\tau^2.$$

219. В таблице приведены данные о массе внесенных удобрений и урожайности сахарной свеклы на 1 га посевной площади.

Год	1998	1999	2000	2001	2002
m (мин. уд.), ц на 1 га	4;	5;	6;	8;	9;
m (сах. св.), т с 1 га	20;	24;	29;	35;	50.

Предполагая линейную зависимость урожайности от массы внесенных удобрений $Y = a + bx$, методом наименьших квадратов найти оптимальные значения параметров a и b .

220. При распределении уксусной кислоты между раствором четыреххлористого углерода (CCl_4) и водой получены следующие данные (c_1 – концентрация уксусной кислоты в водном слое ($г/дм^3$); c_2 – ее концентрация в слое CCl_4 ($г/дм^3$):

c_1 , $г/дм^3$	48,7;	54,2;	76,4;	93,0;	107,0;
c_2 , $г/дм^3$	2,92;	3,63;	7,25;	10,7;	14,1.

Используя закон распределения Нернста, составить эмпирическое уравнение распределения уксусной кислоты между четыреххлористым углеродом и водой. Вычислить относительную молекулярную массу уксусной кислоты в растворе CCl_4 , если известно, что в водном растворе молекулы уксусной кислоты не ассоциированы.

221. При промывании осадка сульфата бария изменение концентрации хлорид-ионов во времени в жидкости, которая стекает с фильтра с постоянной скоростью, характеризуется следующими данными:

τ , мин	1;	2;	3;	4;	5;	6;	7;	8;
$c(Cl^-)$, г/дм ³	6,6;	4,7;	3,3;	2,3;	1,7;	1,15;	0,78;	0,56.

Предполагая, что зависимость концентрации хлорид-ионов в фильтрате от времени может быть выражена показательной функцией

$$c(Cl^-) = c_0(Cl^-) \cdot e^{b\tau},$$

методом наименьших квадратов вычислить значение $c_0(Cl^-)$ и b .

222. При изучении скорости химической реакции получили следующие результаты (τ – время от начала опыта, мин; $m(X)$ – масса вещества X в реакционной смеси к моменту времени τ):

τ , мин	3;	6;	9;	12;	15;	18;	21;	24;
$m(X)$, г	57,6;	41,9;	31,0;	22,7;	16,6;	12,2;	8,9;	6,5.

Методом наименьших квадратов по результатам наблюдений определить оптимальные значения коэффициентов a и b в эмпирической формуле

$$m(X) = a \cdot e^{b\tau}.$$

223. Растворимость вещества A изменяется с температурой по степенному закону $S = a \cdot T^b$, где S – растворимость вещества (г) в воде массой 100 г, T – температура, К; a и b – константы.

$T, \text{ К}$	273;	283;	293;	313;	333;	353.
$S, \text{ г}$	23,5;	26,2;	30,3;	37,1;	46,8;	57,4.

Методом наименьших квадратов по результатам наблюдений определить оптимальные значения коэффициентов a и b в эмпирической формуле $S = a \cdot T^b$.

Список использованных источников

- 1 Дёрффель, К. Статистика в аналитической химии / К. Дёрффель – М.: Мир, 1994. – 268 с.
- 2 Чарыков, А.К. Математическая обработка результатов химического анализа: учеб. пос. для вузов. / А.К. Чарыков – Л: Химия, 1984. – 168 с.
- 3 Смагунова А.Н. Методы математической статистики в аналитической химии: учеб. пособие /А.Н. Смагунова, О.М. Карпукова. -Ростов н/Д: Феникс, 2012.-346 с. ISBN 978-5-222-19507-9
- 4 Сальникова Е.В. Методы концентрирования и разделения микроэлементов: учебное пособие / Е.В. Сальникова, Е.А. Кудрявцева.-Москва, ООО Тиру, 2012,- 220 с. ISBN 978-5-93883-215-2
- 5 Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии: учебник для вузов: в 2 кн.- Кн.1. Общие вопросы. Методы разделения / Ю.А.Золотова [и др.]; под редакцией Ю.А. Золотова. – М.: ВШ, 1999. – 351 с.
- 5 Петерс, Д. Химическое разделение и измерение. Теория и практика аналитической химии / Д.Петерс [и др.] - М.: Химия, 1978. – 477 с.
- 6 Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / В. Е. Гмурман . - 12-е изд., перераб. - М. : Высшее образование, 2007. - 479 с. : ил.. - (Основы наук). - Прил.: с. 461-473. - Предм. указ.: с. 474-479. - ISBN 978-5-9692-0150-7
- 7 ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 - 5725-6-2002. ГСИ. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.-М.: Госстандарт России, 2002.
- 8 МИ 2336 – 2002.ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.-Екатеринбург: УНИИМ, 2004.-45с.
- 9 Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: учебное пособие для вузов / В.Б. Алесковский [и др.] – Л.: Химия, 1988. – 376 с.

- 10 Задачник по аналитической химии. Титриметрические методы анализа / Я.И. Коренман, П.Т. Суханов, С.П. Калинкина. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 336 с.
- 11 Стряпков, А.В. Математическая обработка результатов химического эксперимента: учебное пособие / А.В. Стряпков, В.А. Минаева, Т.А. Григоренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. –165 с.
- 12 Дорохова, Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е.Н.Дорохова, Г.В.Прохорова - М.: Мир, 2001. – 267 с.
- 13 Брановицкая, С.В. Вычислительная математика в химии и химической технологии / С.В. Брановицкая, Р.Б. Медведев, Ю.Я. Фиалков. – Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1986.-216 с.
- 14 Лялин, В.С. Статистика: теория и практика в Excel: учебное пособие / В.С.Лялин, И.Г. Зверева, Н.Г. Никифорова. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010. – 448 с.
- 15 Харитонов, Ю.Я. Примеры и задачи по аналитической химии / Ю.Я. Харитонов, В.Ю. Григорьева - М.:ГЭОТАР -Медиа, 2008. – 304 с.
16. Гармаш, А.В. Метрологические основы аналитической химии / А.В. Гармаш, Н.М. Сорокина / МГУ, химический ф-т, каф. Аналитической химии. - Москва, МГУ, изд.3, 2012. - 47 с.
17. Боровиков, В.П. Прогнозирование в системе STATISTICA® в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: учебное пособие /В.П. Боровиков, Г.И. Ивченко. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 348 с.
18. Чекотовский, Э.В. Графический анализ статистических данных в Microsoft Excel 2000/ Э.В. Чекотовский. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 464 с.
19. Специальные термины для самостоятельной работы по дисциплине «Вычислительные методы в химии» [Электронный ресурс] : словарь / сост.: О. Н. Каныгина, Е. В. Сальникова, С. С. Макишева; - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 58 с.

Приложение А
(справочное)
Функции Лапласа

Таблица А.1 - Значения функции Лапласа

$$\Theta(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^U e^{-U^2/2} \cdot dU$$

<i>U</i>	$\Theta(U)$	<i>U</i>	$\Theta(U)$	<i>U</i>	$\Theta(U)$
0,01	0,0040	0,90	0,3159	1,90	0,4713
0,03	0,0120	0,95	0,3289	1,95	0,4744
0,05	0,0199	1,00	0,3413	2,00	0,4772
0,07	0,0279	1,05	0,3531	2,10	0,4821
0,10	0,0398	1,10	0,3643	2,20	0,4861
0,15	0,0596	1,15	0,3749	2,30	0,4893
0,20	0,0793	1,20	0,3849	2,40	0,4918
0,25	0,0987	1,25	0,3944	2,50	0,4938
0,30	0,1179	1,30	0,4032	2,60	0,4953
0,35	0,1368	1,35	0,4115	2,70	0,4965
0,40	0,1554	1,40	0,4192	2,80	0,4974
0,45	0,1736	1,45	0,4265	2,90	0,4981
0,50	0,1915	1,50	0,4332	3,00	0,49865
0,55	0,2088	1,55	0,4394	3,20	0,49931
0,60	0,2257	1,60	0,4452	3,40	0,49966
0,65	0,2422	1,65	0,4505	3,60	0,49984
0,70	0,2580	1,70	0,4554	3,80	0,499928
0,75	0,2734	1,75	0,4599	4,00	0,499968
0,80	0,2881	1,80	0,4641	5,00	0,499997
0,85	0,3023	1,85	0,4678		

Приложение Б
(справочное)
Значения коэффициента
Стьюдента

Таблица Б.1 - Критические значения коэффициента Стьюдента (t-критерия) для различной доверительной вероятности p и числа степеней свободы f

f	p							
	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,995	0,998	0,999
1	3,0770	6,3130	12,7060	31,820	63,656	127,656	318,306	636,619
2	1,8850	2,9200	4,3020	6,964	9,924	14,089	22,327	31,599
3	1,6377	2,35340	3,182	4,540	5,840	7,458	10,214	12,924
4	1,5332	2,13180	2,776	3,746	4,604	5,597	7,173	8,610
5	1,4759	2,01500	2,570	3,649	4,0321	4,773	5,893	6,863
6	1,4390	1,943	2,4460	3,1420	3,7070	4,316	5,2070	5,958
7	1,4149	1,8946	2,3646	2,998	3,4995	4,2293	4,785	5,4079
8	1,3968	1,8596	2,3060	2,8965	3,3554	3,832	4,5008	5,0413
9	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	3,6897	4,2968	4,780
10	1,3720	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	3,5814	4,1437	4,5869
11	1,363	1,795	2,201	2,718	3,105	3,496	4,024	4,437
12	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0845	3,4284	3,929	4,178
13	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,1123	3,3725	3,852	4,220
14	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,976	3,3257	3,787	4,140
15	1,3406	1,7530	2,1314	2,6025	2,9467	3,2860	3,732	4,072
16	1,3360	1,7450	2,1190	2,5830	2,9200	3,2520	3,6860	4,0150
17	1,3334	1,7396	2,1098	2,5668	2,8982	3,2224	3,6458	3,965
18	1,3304	1,7341	2,1009	2,5514	2,8784	3,1966	3,6105	3,9216
19	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609	3,1737	3,5794	3,8834
20	1,3253	1,7247	2,08600	2,5280	2,8453	3,1534	3,5518	3,8495
21	1,3230	1,7200	2,2,0790	2,5170	2,8310	3,1350	3,5270	3,8190
22	1,3212	1,7117	2,0739	2,5083	2,8188	3,1188	3,5050	3,7921
23	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	3,1040	3,4850	3,7676

Продолжение таблицы Б.1

24	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969	3,0905	3,4668	3,7454
25	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	3,0782	3,4502	3,7251
26	1,315	1,705	2,059	2,478	2,778	3,0660	3,4360	3,7060
27	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	3,0565	3,4210	3,6896
28	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	3,0469	3,4082	3,6739
29	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564	3,0360	3,3962	3,8494
30	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500	3,0298	3,3852	3,6460
32	1,3080	1,6930	2,0360	2,4480	2,7380	3,0140	3,3650	3,6210
34	1,3070	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284	3,9520	3,3479	3,6007
36	1,3050	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195	9,490	3,3326	3,5821
38	1,3042	1,6860	2,0244	2,4286	2,7116	3,9808	3,3190	3,5657
40	1,303	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	3,9712	3,3069	3,5510
42	1,320	1,682	2,018	2,418	2,6980	2,6930	3,2960	3,5370
44	1,301	1,6802	2,0154	2,4141	2,6923	3,9555	3,2861	3,5258
46	1,300	1,6767	2,0129	2,4102	2,6870	3,9488	3,2771	3,5150
48	1,299	1,6772	2,0106	2,4056	2,6822	3,9426	3,2689	3,5051
50	1,298	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778	3,9370	3,2614	3,4060
55	1,2997	1,673	2,0040	2,3960	2,6680	2,9240	3,2560	3,4760
60	1,2958	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603	3,9146	3,2317	3,4602
65	1,2947	1,6686	1,997	2,3851	2,6536	3,9060	3,2204	3,4466
70	1,2938	1,6689	1,9944	2,3808	2,6479	3,8987	3,2108	3,4350
80	1,2820	1,6640	1,9900	2,3730	2,6380	2,8870	3,1950	3,4160
90	1,2910	1,6620	1,9867	2,3885	2,6316	2,8779	3,1833	3,4019
100	1,2901	1,6602	1,9840	2,3642	2,6259	2,8707	3,1737	3,3905
120	1,2888	1,6577	1,9719	2,3578	2,6174	2,8598	3,1595	3,3735
150	1,2872	1,6551	1,9759	2,3515	2,6090	2,8482	3,1455	3,3566
200	1,2858	1,6525	1,9719	2,3451	2,6006	2,8385	3,1315	3,3398
250	1,2849	1,6510	1,9695	2,3414	2,5966	2,8222	3,1232	3,3299
300	1,2844	1,6499	1,9679	2,3388	2,5923	2,8279	3,1176	3,3233
400	1,2837	1,6487	1,9659	2,3357	2,5882	2,8227	3,1107	3,3150
500	1,2830	1,6470	1,9640	2,3330	2,7850	2,8190	3,1060	3,3100

Задание № 1 (Excel)

Решение системы линейных уравнений тремя способами,

Решить систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} 6x - 8y - 7z = 10 \\ -3x + 5y + 9z = 4 \\ 2x + 1y + 12z = -6 \end{cases}$$

На рисунке В.1 приведены все три способа решения этой системы уравнений, Аналогичным образом следует решить эту систему во время выполнения этого задания, повторив оформление решения

Способ 1. Решение системы линейных уравнений по формулам Крамера.							Способ 2. Решение системы линейных уравнений с использованием команды Сервис - Поиск решения							
3	6x	-8y	-7z	=	10	D= -35				X	Y	Z	Левая часть	Свободные члены
4	-3x	+5y	+9z	=	4		"(1)"			6	-8	-7	10,000001	10
5	2x	+1y	+12z	=	-6					-3	5	9	4,000001	4
6										2	1	12	-6,000000257	-6
7	10	-8	-7	Dx=	1088	X=Dx/D=	-31,0857	Корни:						
8	4	5	9						-31,0857	-30,9143	7,25714			
9	-6	1	12											
11	6	10	-7	Dy=	1082	Y=Dy/D=	-30,9143	Начальные значения корней =0 (ячейки: JB, KB, LB). В окне Поиск решения вводятся только параметры: Изменяемые ячейки \$J\$8:\$L\$8 и Ограничения: \$M\$4:\$M\$6=\$N\$4:\$N\$6						
12	-3	4	9					Способ 3. Решение с помощью дистрибутивных функций Уравнение (1) в векторном виде $DX=b$. Тогда $X=D^{-1}b$, где D^{-1} - обратная матрица D. X, b - векторы-столбцы:						
13	2	-6	12	Dz=	-254	Z=Dz/D=	7,257143							
15	6	-8	10											
16	-3	5	4											
17	2	1	-6											
18				Проверка	10				-31,0857					
19					4				-30,9143					
20					-6				7,25714					

Рисунок В.1 – Решение системы уравнений методом Крамера

1 способ. Решение по формулам Крамера,

Ввод текстовой информации и его оформление не должно вызвать затруднений.

Технология получения решения и запись уравнений следующие:

1. Для каждого коэффициента уравнения, записанного в ячейки A3:C5 задайте **пользовательский формат числа**, Для 6 этот формат задается командой: [Ctrl+1] | (ДО):Формат ячеек | (Вкл):Число | Числовые форматы: (все

форматы) | Тип: 0 «x». То есть, сначала выбирается 0, а после нуля в двойных кавычках вводится **x**, Аналогично задается пользовательский формат для коэффициентов $-8, -7$ первого уравнения, Только для -8 тип будет равен 0 «y», а для -7 : 0 «z =», Для всех положительных коэффициентов при **z** тип будет такой: для 9: +0 «z =», для 12: +0 «z =», Какой тип у 5 и 1, легко догадаться.

2. В ячейке F3 по формуле =МОПРЕД(A3:C5) рассчитайте определитель D и такое же имя присвойте этой ячейке.

3. В ячейке F7 по формуле =МОПРЕД(A7:C9) рассчитайте определитель D_x и такое же имя присвойте этой ячейке, D_x получается заменой первого столбца в матрице D на столбец свободных членов.

4. Аналогично п. 3 рассчитайте определители D_y и D_z и результирующим ячейкам присвойте имена определителей.

5. Искомые величины X, Y, Z в столбце H определите по формулам, приведенным слева от них.

6. В ячейках G18, G19, G20 делаем проверку, умножая найденные величины X, Y, Z на их коэффициенты в каждом уравнении.

2 способ. Решение системы уравнений с помощью команды *Сервис / Поиск решения*.

1. Ввести в массив **J4:L6** исходные данные – коэффициенты при неизвестных.

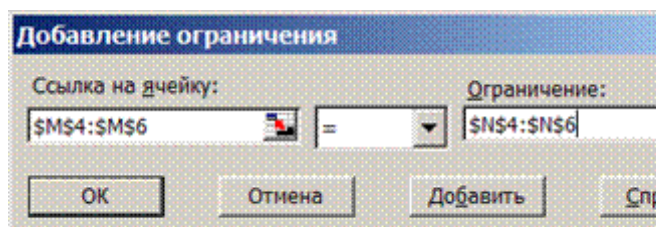
2. В массиве **M4:M6** вычисляются левые части уравнений с приближенными значениями корней уравнений, равными 0, которые задать в ячейки **J8, K8, L8**, Достаточно вычислить левую часть первого уравнения, и заполнить введенную формулу в остальные две ячейки. (Не забыть ячейки корней в формулах сделать абсолютными!).

3. В массив **N3:N6** ввести свободные члены уравнений.

4. Выполнить команду *Сервис / Поиск решения* и в диалоговом окне *Поиск решения* выполнить следующие настройки.

5. В текстовом поле *Изменяя ячейки* ввести ячейки **\$J\$8:\$L\$8**, в которых заданы нулевые значения корней.

6. Нажав кнопку Добавить, введите в поле *Ссылка на ячейку* выражение: **\$M\$4:\$M\$6**, в следующее поле – знак **равняется «=»**, в текстовое поле *Ограничения* – выражение **\$N\$4:\$N\$6** и нажмите кнопку Выполнить,



7. После поиска решения появляется окно **Результаты поиска решения**, в котором нажать кнопку ОК, если переключатель установлен на опции *Сохранить найденное решение*.

3 способ. Решение системы уравнений с помощью дистрибутивных и матричных функций.

Порядок решения этим способом следующий:

1. Выделить ячейки **J18:J20**, при этом ячейка J18 будет светлой, как будто не выделенная.

2. Нажмите кнопку f_x и в Мастере функций выберите категорию: *Математические*, а в поле функции: – функцию МУМНОЖ.

3. В бланке функции МУМНОЖ в поле **Массив1** установите курсор, откройте список из 10 формул (слева от строки формул) и выберите в списке последнюю строчку **Другие функции...**

4. В появившемся окне *Мастер функций* выберите функцию МОБР и в бланке этой функции в текстовое поле *Массив* задайте массив **A3:C5** – коэффициенты при неизвестных, то есть, матрицу 3x3.

5. Не нажимайте на кнопку ОК (!), а в *Строке формул* щелкните ЛКМ на название функции МУМНОЖ, Произойдет возврат в бланк функции МУМНОЖ.

6. В бланке функции МУМНОЖ установите курсор в текстовое поле **Массив2** и введите в него массив **D3:D5**.

7. Нажав клавиши **Shift + Ctrl**, щелкните на клавишу **Enter**, В ячейках **J18:J20** появятся значения вычисленных корней x, y, z .

8. Сделайте проверку решения, поместив результаты в ячейки **G18:G20**.

Приложение Г
(справочное)
Значения Q-критерия

Таблица Г.1 - Критические значения Q-критерия для различной доверительной вероятности p и числа измерений n

n	p		
	$0,90$	$0,95$	$0,99$
3	0,89	0,94	0,99
4	0,68	0,77	0,89
5	0,56	0,64	0,76
6	0,48	0,56	0,70
7	0,43	0,51	0,64
8	0,48	0,55	0,68
9	0,44	0,51	0,64
10	0,41	0,48	0,60

Приложение Д

(справочное)

Таблица значений

F-критерия

Таблица Д.1 - Значения критерия Фишера (F-критерия) для уровня значимости $p = 0,05$

	f_1^*										
f_2^{**}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
1	161,45	199,50	215,71	224,58	230,16	233,99	236,77	238,88	240,54	241,88	245,95
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,43
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,62
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,72
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,62
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,53
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,46
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,35
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,31
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,27
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,23
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20

* f_1 - число степеней свободы большей дисперсии,

** f_2 - число степеней свободы меньшей дисперсии

Приложение Е
(справочное)
Комплексные
варианты заданий

Таблица Е.1 – Персональный набор задач для каждого варианта

Вариант	Номера задач
1	36, 40, 49, 95, 114, 166, 171, 190(15), 191, 219
2	35, 41, 50, 96, 115, 167, 172, 190(16), 192, 220
3	34, 42, 51, 89, 116, 168, 173, 190(17), 193, 221
4	33, 43, 52, 90, 117, 169, 174, 190(18), 196(1), 222
5	32, 44, 53, 92, 118, 170, 175, 190(19), 194, 223
6	31, 45, 54, 94, 119, 152, 176, 190(20), 196(2), 219
7	30, 46, 55, 91, 120, 153, 177, 190(21), 197, 220
8	29, 47, 56, 93, 121, 154, 178, 190(22), 196(3), 221
9	28, 48, 57, 95, 122, 155, 179, 190(23), 198, 222
10	27, 37, 58, 96, 123, 156, 180, 190(24), 196(5), 223
11	26, 38, 59, 97, 124, 157, 181, 190(25), 195, 219
12	25, 39, 60, 98, 125, 158, 182, 190(26), 196(6), 220
13	24, 40, 61, 99, 126, 152, 183, 190(1), 199, 221
14	23, 41, 62, 100, 127, 153, 184, 190(2), 196(7), 222
15	22, 42, 63, 101, 128, 154, 185, 190(3), 200, 223
16	21, 43, 64, 102, 129, 155, 186, 190(4), 196(8), 219
17	20, 44, 65, 103, 130, 156, 187, 190(5), 201, 220
18	19, 45, 66, 104, 131, 157, 188, 190(6), 196(9), 221
19	18, 46, 67, 105, 132, 158, 189, 190(7), 202, 222
20	17, 47, 68, 106, 133, 159, 171, 190(8), 203, 223
21	16, 48, 69, 107, 134, 160, 172, 190(9), 196(10), 219

Продолжение таблицы Е.1

22	15, 37, 70, 108, 135, 161, 173, 190(10), 204, 220
23	14, 38, 71, 109, 136, 162, 174, 190(11), 205, 221
24	13, 39, 72, 110, 137, 163, 175, 190(12), 206, 222
25	12, 40, 73, 111, 138, 164, 176, 190(13), 207, 223
26	11, 41, 74, 112, 139, 165, 177, 190(14), 208, 219
27	10, 42, 75, 113, 140, 159, 178, 190(34), 209, 220
28	9, 43, 76, 104, 141, 160, 179, 190(33), 210, 221
29	8, 44, 77, 105, 142, 161, 180, 190(32), 211, 222
30	6, 45, 78, 106, 143, 162, 181, 190(31), 212, 223
31	5, 46, 79, 107, 144, 163, 182, 190(30), 213, 219
32	4, 47, 80, 108, 145, 164, 183, 190(29), 214, 220
33	3, 48, 81, 109, 146, 165, 184, 190(28), 215, 221
34	2, 39, 82, 101, 147, 166, 185, 190(27), 216, 222
35	1, 37, 83, 102, 148, 167, 186, 190(26), 217, 223
36	10, 38, 84, 103, 149, 168, 189, 190(25), 218, 219
37	12, 40, 85, 99, 150, 169, 171, 190(24), 191, 220
38	14, 41, 86, 98, 151, 170, 172, 190(23), 192, 221
39	16, 42, 87, 97, 135, 154, 173, 190(22), 193, 222
40	18, 43, 88, 96, 136, 155, 174, 190(21), 194, 223