Проверочная работа «Ионный состав природной воды, нитраты, водоподготовка» (10–11 класс) · Вариант 1

Имя: _____ Класс: _____

Время — 40 минут.

1. В правильно выполненном анализе природной воды сумма мг-экв/л катионов…
   А) равна сумме мг-экв/л анионов (расхождение — не больше нескольких процентов)
   Б) вдвое больше суммы мг-экв/л анионов В) равна сумме мг/л анионов
   Г) не связана с суммой анионов
2. Масса миллиграмм-эквивалента иона Ca^{2+} (M = 40,08 г/моль) равна…
   А) 40,08 Б) 20,04 В) 13,36 Г) 80,16
3. Какую среду имеет раствор карбоната натрия?
   А) кислую Б) нейтральную В) щелочную
4. Зачем на станции водоподготовки в воду добавляют сульфат алюминия?
   А) для обеззараживания Б) для коагуляции — осаждения взвеси хлопьями В) для умягчения
   Г) для удаления нитратов
5. Напишите ионное уравнение гидролиза карбонат-иона (первая ступень).

6. Почему кипячение не убирает нитраты из воды?

7. Учебный анализ, мг/л: Ca^{2+} 60,1; Mg^{2+} 24,3; Na^{+} 23,0; HCO_3^{-} 244; SO_4^{2-} 48,0; Cl^{-} 35,5. Массы эквивалентов: Ca^{2+} 20,04; Mg^{2+} 12,15; Na^{+} 22,99; HCO_3^{-} 61,02; SO_4^{2-} 48,03; Cl^{-} 35,45. Найдите суммы мг-экв/л катионов и анионов, расхождение баланса $(\Sigma к - \Sigma а) : (\Sigma к + \Sigma а) \times 100\ \%$ и общую жёсткость; сравните её с нормативом 7,0 °Ж.

8. В протоколе колодца: «нитраты (по азоту) — 12 мг/л». Пересчитайте в мг/л NO_3^{-} (M(N) = 14,01; M(NO_3^{-}) = 62,00 г/моль) и сравните с нормативом 45 мг/л.

9. На участке колодец (80 мг/л NO_3^{-}) и скважина (10 мг/л). Какую наибольшую долю колодезной воды можно брать в смесь, чтобы она соответствовала нормативу 45 мг/л?

10. 100 мл пробы оттитровали 0,1 М HCl с метиловым оранжевым, V = 3,6 мл. Найдите щёлочность (ммоль/л) и гидрокарбонаты (мг/л; M(HCO_3^{-}) = 61,02). Общая жёсткость пробы — 5,0 °Ж. Найдите карбонатную и некарбонатную жёсткость.

Проверочная работа «Ионный состав природной воды, нитраты, водоподготовка» (10–11 класс) · Вариант 2

Имя: _____ Класс: _____

Время — 40 минут.

1. 1 °Ж соответствует…
   А) 1 мг/л ионов кальция Б) 1 мг-экв/л ионов кальция и магния В) 1 ммоль/л хлорид-ионов
   Г) 1 г/л растворённых солей
2. Масса миллиграмм-эквивалента иона SO_4^{2-} (M = 96,06 г/моль) равна…
   А) 96,06 Б) 48,03 В) 32,02 Г) 192,12
3. Какую среду имеет раствор сульфата алюминия?
   А) кислую Б) нейтральную В) щелочную
4. Какой способ убирает нитраты из воды?
   А) кипячение Б) отстаивание В) обратный осмос Г) хлорирование
5. Напишите ионное уравнение гидролиза иона Al^{3+} (первая ступень).

6. Почему в дальних точках водопроводной сети свободного хлора меньше, чем у станции?

7. Учебный анализ, мг/л: Ca^{2+} 100,2; Mg^{2+} 30,4; Na^{+} 23,0; HCO_3^{-} 366,1; SO_4^{2-} 72,0; Cl^{-} 35,5. Массы эквивалентов: Ca^{2+} 20,04; Mg^{2+} 12,15; Na^{+} 22,99; HCO_3^{-} 61,02; SO_4^{2-} 48,03; Cl^{-} 35,45. Найдите суммы мг-экв/л катионов и анионов, расхождение баланса (Σк − Σа) : (Σк + Σа) × 100 % и общую жёсткость; сравните её с нормативами 7,0 °Ж (водопровод) и 10 °Ж (колодцы и скважины).

8. Чему равен норматив 45 мг/л NO_3^{-} в пересчёте на азот (M(N) = 14,01; M(NO_3^{-}) = 62,00 г/моль)? В протоколе: «нитраты (по азоту) — 8,0 мг/л». Соответствует ли вода нормативу?

9. Воду с 54 мг/л NO_3^{-} кипятили, пока не испарилось 25 % объёма. Какой стала концентрация нитратов? Во сколько раз она превышает норматив 45 мг/л до и после кипячения?

10. 100 мл пробы оттитровали 0,1 М HCl с метиловым оранжевым, V = 5,0 мл. Найдите щёлочность (ммоль/л) и гидрокарбонаты (мг/л; M(HCO_3^{-}) = 61,02). Общая жёсткость пробы — 4,2 °Ж. Найдите карбонатную и некарбонатную жёсткость.

Проверочная работа «Ионный состав природной воды, нитраты, водоподготовка» (10–11 класс) · Вариант 3

Имя: _____ Класс: _____

Время — 40 минут.

1. Тип природной воды называют…
   А) по преобладающим аниону и катиону (в % мг-экв) Б) по иону с наибольшей молярной массой
   В) по самому редкому иону Г) по цвету воды
2. Масса миллиграмм-эквивалента иона Mg^{2+} (M ≈ 24,3 г/моль) равна…
   А) 24,3 Б) 12,15 В) 8,1 Г) 48,6
3. Почему дистиллированная вода, постоявшая сутки в открытом стакане, становится слабокислой?
   А) в ней растворяется углекислый газ воздуха Б) она окисляется кислородом
   В) в неё попадают соли натрия из пыли Г) она частично испаряется
4. Зачем в водопроводной сети поддерживают свободный остаточный хлор 0,3–0,5 мг/л?
   А) для вкуса Б) чтобы сохранять обеззараживающее действие на пути к потребителю
   В) для снижения жёсткости Г) чтобы вода не замерзала
5. Напишите сокращённое ионное уравнение реакции, на которой основано определение щёлочности титрованием соляной кислотой.

6. Назовите два источника нитратов в воде колодца.

7. Учебный анализ, мг/л: Ca^{2+} 140,3; Mg^{2+} 42,5; Na^{+} 46,0; HCO_3^{-} 427,1; SO_4^{2-} 192,1; Cl^{-} 53,2. Массы эквивалентов: Ca^{2+} 20,04; Mg^{2+} 12,15; Na^{+} 22,99; HCO_3^{-} 61,02; SO_4^{2-} 48,03; Cl^{-} 35,45. Найдите суммы мг-экв/л катионов и анионов, расхождение баланса (Σк − Σа) : (Σк + Σа) × 100 % и общую жёсткость; сравните её с нормативами 7,0 °Ж (водопровод) и 10 °Ж (колодцы и скважины).

8. В протоколе: «нитраты — 90 мг/л NO_3^{-}». Пересчитайте в мг/л по азоту (M(N) = 14,01; M(NO_3^{-}) = 62,00 г/моль). Во сколько раз превышен норматив 45 мг/л?

9. Смешали 30 л воды с 60 мг/л NO_3^{-} и 20 л воды с 20 мг/л NO_3^{-}. Какова концентрация нитратов в смеси? Соответствует ли она нормативу 45 мг/л?

10. 100 мл пробы оттитровали 0,1 М HCl с метиловым оранжевым, V = 4,5 мл. Найдите щёлочность (ммоль/л) и гидрокарбонаты (мг/л; M(HCO_3^{-}) = 61,02). Общая жёсткость пробы — 9,0 °Ж. Найдите карбонатную и некарбонатную жёсткость.

Проверочная работа «Ионный состав природной воды, нитраты, водоподготовка» (10–11 класс) · Вариант 4

Имя: _____ Класс: _____

Время — 40 минут.

1. Сухой остаток при выпаривании воды меньше суммы масс ионов, потому что…
   А) часть гидрокарбонатов уходит в виде CO_2 и воды Б) испаряются хлориды
   В) испаряется кальций Г) сульфаты разлагаются до серы
2. Масса миллиграмм-эквивалента иона HCO_3^- (M = 61,02 г/моль) равна…
   А) 61,02 Б) 30,51 В) 122,04 Г) 20,34
3. Какую среду имеет раствор хлорида натрия?
   А) кислую Б) близкую к нейтральной В) щелочную
4. Каков порядок обработки воды на станции водоподготовки?
   А) обеззараживание → коагуляция → отстаивание → фильтрация
   Б) коагуляция → отстаивание → фильтрация → обеззараживание
   В) фильтрация → обеззараживание → коагуляция → отстаивание
5. Напишите сокращённое ионное уравнение реакции ионов Fe^{3+} с роданид-ионами. Что наблюдают?

6. Что показывает биотест воды и чем он дополняет химический анализ?

7. Учебный анализ, мг/л: Ca^{2+} 40,1; Mg^{2+} 6,1; Na^+ 34,5; HCO_3^- 183,1; SO_4^{2-} 24,0; Cl^- 17,7. Массы эквивалентов: Ca^{2+} 20,04; Mg^{2+} 12,15; Na^+ 22,99; HCO_3^- 61,02; SO_4^{2-} 48,03; Cl^- 35,45. Найдите суммы мг-экв/л катионов и анионов, расхождение баланса (Σк – Σа) : (Σк + Σа) × 100 % и общую жёсткость; сравните её с нормативом 7,0 °Ж.

8. В протоколе: «нитраты (по азоту) — 6,5 мг/л». Пересчитайте в мг/л NO_3^- (M(N) = 14,01; M(NO_3^-) = 62,00 г/моль) и сравните с нормативом 45 мг/л.

9. На участке колодец (95 мг/л NO_3^-) и скважина (5 мг/л). Какую наибольшую долю колодезной воды можно брать в смесь, чтобы она соответствовала нормативу 45 мг/л?

10. 100 мл пробы оттитровали 0,1 М HCl с метиловым оранжевым, V = 2,4 мл. Найдите щёлочность (ммоль/л) и гидрокарбонаты (мг/л; M(HCO_3^-) = 61,02). Общая жёсткость пробы — 6,4 °Ж. Найдите карбонатную и некарбонатную жёсткость.

Ключи: Проверочная работа «Ионный состав природной воды, нитраты, водоподготовка» (10–11 класс)

10–11 классы

Вариант 1

1. А) равна сумме мг-экв/л анионов (расхождение — не больше нескольких процентов)
2. Б) 20,04
3. В) щелочную
4. Б) для коагуляции — осаждения взвеси хлопьями
5. $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$.
6. Нитраты не летучи и не разлагаются при 100 °C; испаряется вода, и концентрация нитратов растёт.
7. Ca^{2+} 3,00; Mg^{2+} 2,00; Na^+ 1,00; Σк = 6,00. HCO_3^- 4,00; SO_4^{2-} 1,00; Cl^- 1,00; Σа = 6,00. Расхождение ≈ 0 % — баланс сходится. Ж = 3,00 + 2,00 = 5,0 °Ж — соответствует нормативу.
8. 12 × 62,00 : 14,01 ≈ 53,1 мг/л NO_3^- — норматив превышен в 53,1 : 45 ≈ 1,2 раза.
9. 80x + 10(1 − x) ≤ 45 → 70x ≤ 35 → x ≤ 0,5. Ответ: не больше половины.
10. Щ = V × 0,1 × 1000 : 100 = 3,6 ммоль/л; HCO_3^- = 3,6 × 61,02 ≈ 220 мг/л. Щёлочность меньше общей жёсткости: карбонатная 3,6 °Ж, некарбонатная 5,0 − 3,6 = 1,4 °Ж.

Вариант 2

1. Б) 1 мг-экв/л ионов кальция и магния
2. Б) 48,03
3. А) кислую
4. В) обратный осмос
5. $Al^{3+} + H_2O \rightleftarrows AlOH^{2+} + H^+$.
6. Хлор расходуется на реакции с веществами в воде и с отложениями на стенках труб; чем дольше вода идёт по сети, тем меньше его остаётся.
7. Ca^{2+} 5,00; Mg^{2+} 2,50; Na^+ 1,00; Σк = 8,50. HCO_3^- 6,00; SO_4^{2-} 1,50; Cl^- 1,00; Σа = 8,50. Расхождение ≈ 0 %. Ж = 7,5 °Ж — выше норматива для водопровода (в 1,07 раза), в пределах норматива для колодцев и скважин.
8. 45 × 14,01 : 62,00 ≈ 10,2 мг/л по азоту. 8,0 меньше 10,2 — соответствует (8,0 × 62,00 : 14,01 ≈ 35,4 мг/л NO_3^-).
9. 54 : 0,75 = 72 мг/л. До кипячения — в 54 : 45 = 1,2 раза, после — в 72 : 45 = 1,6 раза.
10. Щ = 5,0 ммоль/л; HCO_3^- = 5,0 × 61,02 ≈ 305 мг/л. Щёлочность больше общей жёсткости: карбонатная жёсткость равна общей — 4,2 °Ж, некарбонатной нет.

Вариант 3

1. А) по преобладающим аниону и катиону (в % мг-экв)
2. Б) 12,15
3. А) в ней растворяется углекислый газ воздуха
4. Б) чтобы сохранять обеззараживающее действие на пути к потребителю
5. $HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$.

6. Любые два: азотные удобрения; навоз и стоки ферм; неисправные септики и выгребные ямы выше по склону.
7. Ca^{2+} 7,00; Mg^{2+} 3,50; Na^{+} 2,00; Σк = 12,50. HCO_3^- 7,00; SO_4^{2-} 4,00; Cl^- 1,50; Σа = 12,50. Расхождение ≈ 0 %. Ж = 10,5 °Ж — выше обоих нормативов (в 1,5 и 1,05 раза).
8. 90 × 14,01 : 62,00 ≈ 20,3 мг/л по азоту. Норматив превышен в 90 : 45 = 2 раза.
9. (30 × 60 + 20 × 20) : (30 + 20) = 2200 : 50 = 44 мг/л — соответствует (немного ниже норматива).
10. Щ = 4,5 ммоль/л; HCO_3^- = 4,5 × 61,02 ≈ 275 мг/л. Карбонатная жёсткость 4,5 °Ж, некарбонатная 9,0 − 4,5 = 4,5 °Ж.

Вариант 4

1. А) часть гидрокарбонатов уходит в виде CO_2 и воды
2. А) 61,02
3. Б) близкую к нейтральной
4. Б) коагуляция → отстаивание → фильтрация → обеззараживание
5. $Fe^{3+} + 3SCN^- \rightarrow Fe(SCN)_3$ — кроваво-красное окрашивание раствора.
6. Биотест показывает суммарное действие всех веществ в воде на живой организм, в том числе тех, которые не определяли химически.
7. Ca^{2+} 2,00; Mg^{2+} 0,50; Na^{+} 1,50; Σк = 4,00. HCO_3^- 3,00; SO_4^{2-} 0,50; Cl^- 0,50; Σа = 4,00. Расхождение ≈ 0 %. Ж = 2,5 °Ж — соответствует нормативу.
8. 6,5 × 62,00 : 14,01 ≈ 28,8 мг/л NO_3^- — соответствует нормативу.
9. 95x + 5(1 − x) ≤ 45 → 90x ≤ 40 → x ≤ 4/9 ≈ 0,44. Ответ: не больше 4/9 (около 44 %) смеси.
10. Щ = 2,4 ммоль/л; HCO_3^- = 2,4 × 61,02 ≈ 146 мг/л. Карбонатная жёсткость 2,4 °Ж, некарбонатная 6,4 − 2,4 = 4,0 °Ж.

Критерии оценивания

Задания 1–6 — по 1 баллу. Задания 7–10 — по 2 балла: 2 — верное решение с ответом и выводом (сравнение с нормативом), 1 — верный ход решения с одной вычислительной ошибкой или без вывода. Анализы и результаты титрования — учебные, нормативы — настоящие (СанПиН 1.2.3685-21). Максимум — 14 баллов. Отметка: «5» — 13–14, «4» — 10–12, «3» — 7–9, «2» — 0–6.