

Раздел 4 Расчет показателей качества исходной воды

Раздел 4.1

### Содержание примесе в воде:

$$Ca := 30 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad Mg := 13.5 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad Na := 65 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad HCO_3 := 210 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad Cl := 55 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad SO_4 := 10 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}}$$

$$NO_3 := 11 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad SiO := 70 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad pH := 7.3$$

### Справочные данные:

$$M_{Ca} := 40 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{Mg} := 24 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{Na} := 23 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{HCO_3} := 61.0 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{Cl} := 35.5 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$M_{SO_4} := 96 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{NO_3} := 62 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{SiO} := 60 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{CO_2} := 44 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$K_{H_2CO_3} := 0.000000415 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad K_{H_2CO_3} := 0.000000000042 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

### Расчитайте и введите значения концентраций примесей:

$$c_{Ca} := \frac{Ca \cdot 2}{M_{Ca}} = 1.5 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{Na} := \frac{Na}{M_{Na}} = 2.82609 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{Cl} := \frac{Cl}{M_{Cl}} = 1.5493 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$c_{Mg} := \frac{Mg \cdot 2}{M_{Mg}} = 1.125 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{HCO_3} := \frac{HCO_3}{M_{HCO_3}} = 3.44262 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{SO_4} := \frac{SO_4 \cdot 2}{M_{SO_4}} = 0.208333 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$c_{NO_3} := \frac{NO_3}{M_{NO_3}} = 0.177419 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

### Рассчитайте и введите значения сумм катионов анионов и изменений в значениях кнцентраций примесей на основе уравнения электронейтральности:

ЭКВ-

ЭКВ-

$$K_{sum} := c_{Ca} + c_{Mg} + c_{Na} = 5.451 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$A_{sum} := c_{Cl} + c_{HCO_3} + c_{SO_4} + c_{NO_3} = 5.378 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$\Delta c := \left| \frac{K_{sum} - A_{sum}}{K_{sum} + A_{sum}} \right| = 0.00678$$

$$\Delta c := K_{sum} - A_{sum} = 0.07342 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$c_{\text{скорр}} := \begin{cases} \text{if } \Delta c < 0 \\ \left[ \begin{array}{l} \text{"Na"} \\ c_{Na\_корр} := c_{Na} + |\Delta c| \\ c_{Ca} := c_{Na\_корр} \cdot M_{Na} \end{array} \right] \\ \text{else} \\ \left[ \begin{array}{l} \text{"Cl"} \end{array} \right] \end{cases}$$

$$\left| \begin{array}{l} c_{Cl\_корр} := c_{Cl} + |\Delta C| \\ C_{Cl} := c_{Cl\_корр} \cdot M_{Cl} \end{array} \right|$$

$$c\_с\_корр = \begin{bmatrix} "Cl" \\ 1.623 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}} \\ 0.05761 \frac{\text{КТ}}{\text{М}} \end{bmatrix}$$

$$K := c_{Ca} + c_{Mg} + c_{Na} = 5.451 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$A := c\_с\_корр_2 + c_{SO4} + c_{HCO.3} + c_{NO3} = 5.451 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

**Рассчитайте и введите значения концентрации CO2 и солесодержания:**

$$c_{CO2} := \frac{44 \cdot c_{HCO.3}}{K1_{H2CO3} \cdot (10^{pH})} \cdot 1000 = 18.29$$

**Суммирование всех массовых концентраций растворенных веществ**

$$CC := Ca + Mg + Na + HCO_3 + Cl + SO_4 + NO_3 = 394.5 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}}$$

$$CC\_1 := K + A = 10.9 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$CC\_1\_NaCl := CC\_1 \cdot 58.5 = 637.8 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

**Определение щелочности и жесткости**

$$Ж_o := c_{Ca} + c_{Mg} = 2.625 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

$$Ж_k := c_{HCO.3} = 3.443 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

$$Ж_{нк} := Ж_o - Ж_k = -0.8176 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

$$Щ_o := c_{HCO.3} = 3.443 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

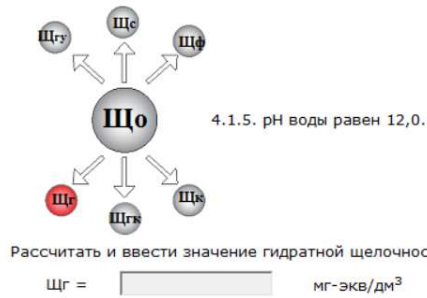
$$pOH := 14 - pH = 6.7$$

$$c_{OH} := \text{solve} \left( c_{OH} = 10^{-pOH}, c_{OH} \right) = 1.995 \cdot 10^{-7}$$

$$Щ_T := c_{OH} \cdot 1000 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} = 0.1995 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \cdot 10^{-3}$$

$$Щ_k := Щ_o - Щ_T = 3.442 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{М}}$$

Раздел «4.1. Расчет показателей качества исходной воды»



$$pH := 12$$

$$pOH := 14 - pH = 2$$

$$c_{OH} := \text{solve} \left( c_{OH} = 10^{-pOH}, c_{OH} \right)$$

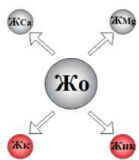
$$c_{OH} = 0.01$$

Гидратная щелочность определяется концентрацией OH в растворе

$$\text{Щ}_T := c_{OH} \cdot 1000 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} = 10 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}}$$

Раздел 4.1. Расчет показателей качества исходной воды

4.1.6. Расчет карбонатной и некарбонатной жесткости.



Содержание примесей в воде:  $\text{Ca}^{2+} = 15,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 6,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Na}^+ = 65,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{HCO}_3^- = 290,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Cl}^- = 65,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{SO}_4^{2-} = 50,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{NO}_3^- = 13,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{SiO}_2 = 60,0 \text{ мг/дм}^3$ . pH = 7,0.

Справочные данные:  $M_{\text{Ca}^{2+}} = 40,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{Mg}^{2+}} = 24,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{Na}^+} = 23,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{HCO}_3^-} = 61,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{Cl}^-} = 35,5 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{SO}_4^{2-}} = 96,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{NO}_3^-} = 62,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{SiO}_2} = 60,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{CO}_2} = 44,0 \text{ г/моль}$ ;  $K_{\text{I H}_2\text{CO}_3} = 0,000000415 \text{ моль/дм}^3$ ;  $K_{\text{II H}_2\text{CO}_3} = 0,00000000042 \text{ моль/дм}^3$

Содержание примесе в воде:

$$\text{Ca} := 15 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad \text{Mg} := 6 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad \text{Na} := 40 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad \text{HCO}_3 := 280 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad \text{Cl} := 25 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad \text{SO}_4 := 30 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}}$$

$$\text{NO}_3 := 5 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad \text{SiO} := 25 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} \quad \text{pH} := 7$$

Справочные данные:

$$M_{\text{Ca}} := 40 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{\text{Mg}} := 24 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{\text{Na}} := 23 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{\text{HCO}_3} := 61.0 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{\text{Cl}} := 35.5 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$M_{\text{SO}_4} := 96 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{\text{NO}_3} := 62 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{\text{SiO}} := 60 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}} \quad M_{\text{CO}_2} := 44 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$K_{\text{I H}_2\text{CO}_3} := 0.000000415 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad K_{\text{II H}_2\text{CO}_3} := 0.00000000042 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

Расчитайте и введите значения концентраций примесей:

$$c_{\text{Ca}} := \frac{\text{Ca} \cdot 2}{M_{\text{Ca}}} = 0.75 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{\text{Na}} := \frac{\text{Na}}{M_{\text{Na}}} = 1.73913 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{\text{Cl}} := \frac{\text{Cl}}{M_{\text{Cl}}} = 0.704225 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$c_{\text{Mg}} := \frac{\text{Mg} \cdot 2}{M_{\text{Mg}}} = 0.5 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{\text{HCO}_3} := \frac{\text{HCO}_3}{M_{\text{HCO}_3}} = 4.59016 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}} \quad c_{\text{SO}_4} := \frac{\text{SO}_4 \cdot 2}{M_{\text{SO}_4}} = 0.625 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$c_{\text{NO}_3} := \frac{\text{NO}_3}{M_{\text{NO}_3}} = 0.0806452 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

Рассчитайте и введите значения сумм катионов анионов и изменений в значениях концентраций примесей на основе уравнения электронейтральности:

$$K_{\text{sum}} := c_{\text{Ca}} + c_{\text{Mg}} + c_{\text{Na}} = 2.989 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$A_{\text{sum}} := c_{\text{Cl}} + c_{\text{HCO}_3} + c_{\text{SO}_4} + c_{\text{NO}_3} = 6 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$\Delta C := \left| \frac{K_{\text{sum}} - A_{\text{sum}}}{K_{\text{sum}} + A_{\text{sum}}} \right| = 0.3349$$

$$\Delta C := K_{\text{sum}} - A_{\text{sum}} = -3.011 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$c_{\text{с_корр}} := \begin{cases} \text{if } \Delta C < 0 \\ \left[ \begin{array}{l} \text{"Na"} \\ c_{\text{Na\_корр}} := c_{\text{Na}} + |\Delta C| \\ C_{\text{Ca}} := c_{\text{Na\_корр}} \cdot M_{\text{Na}} \end{array} \right] \\ \text{else} \\ \left[ \begin{array}{l} \text{"Cl"} \\ c_{\text{Cl\_корр}} := c_{\text{Cl}} + |\Delta C| \\ C_{\text{Cl}} := c_{\text{Cl\_корр}} \cdot M_{\text{Cl}} \end{array} \right] \end{cases}$$

$$c_{\text{с_корр}} = \left[ \begin{array}{l} \text{"Na"} \\ 4.75 \frac{\text{МОЛЬ}}{3} \\ \text{М} \\ 0.1093 \frac{\text{КГ}}{3} \\ \text{М} \end{array} \right]$$

$$K := c_{\text{Ca}} + c_{\text{Mg}} + c_{\text{Na}} = 2.989 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$A := c_{\text{с_корр}_2} + c_{\text{SO}_4} + c_{\text{HCO}_3} + c_{\text{NO}_3} = 10.05 \frac{\text{МОЛЬ}}{3}$$

Определение щелочности и жесткости

$$Ж_{\text{о}} := c_{\text{Ca}} + c_{\text{Mg}} = 1.25 \frac{\text{МОЛЬ}}{3}$$

$$Ж_{\text{к}} := c_{\text{HCO}_3} = 4.59 \frac{\text{МОЛЬ}}{3}$$

$$Ж_{\text{нк}} := Ж_{\text{о}} - Ж_{\text{к}} = -3.34 \frac{\text{МОЛЬ}}{3}$$

Раздел 4.1. Расчет показателей качества исходной воды

4.1.7. Расчет карбонатной и некарбонатной жесткости.

Содержание примесей в воде:  $\text{Ca}^{2+} = 15,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 6,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Na}^+ = 65,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{HCO}_3^- = 210,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Cl}^- = 65,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{SO}_4^{2-} = 70,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{NO}_3^- = 10,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{SiO}_2 = 70,0 \text{ мг/дм}^3$ .  
 $\text{pH} = 6,9$ .

Справочные данные:  $M_{\text{Ca}^{2+}} = 40,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{Mg}^{2+}} = 24,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{Na}^+} = 23,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{HCO}_3^-} = 61,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{Cl}^-} = 35,5 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{SO}_4^{2-}} = 96,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{NO}_3^-} = 62,0 \text{ г/моль}$ ;  $M_{\text{SiO}_2} = 60,0 \text{ г/моль}$ ;  
 $M_{\text{CO}_2} = 44,0 \text{ г/моль}$ ;  $K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 0,000000415 \text{ моль/дм}^3$ ;  $K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 0,00000000042 \text{ моль/дм}^3$

Содержание примесе в воде:

$$\text{Ca} := 15 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad \text{Mg} := 6 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad \text{Na} := 65 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad \text{HCO}_3 := 210 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad \text{Cl} := 65 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad \text{SO}_4 := 70 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$$

$$\text{NO}_3 := 10 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad \text{SiO} := 70 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad \text{pH} := 6,9$$

Справочные данные:

$$M_{\text{Ca}} := 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{\text{Mg}} := 24 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{\text{Na}} := 23 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{\text{HCO}_3} := 61,0 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{\text{Cl}} := 35,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M_{\text{SO}_4} := 96 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{\text{NO}_3} := 62 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{\text{SiO}} := 60 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{\text{CO}_2} := 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$K_{\text{H}_2\text{CO}_3} := 0.000000415 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3} \quad K_{\text{H}_2\text{CO}_3} := 0.00000000042 \frac{\text{моль}}{\text{дм}^3}$$

Расчитайте и введите значения концентраций примесей:

$$c_{\text{Ca}} := \frac{\text{Ca} \cdot 2}{M_{\text{Ca}}} = 0.75 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3} \quad c_{\text{Na}} := \frac{\text{Na}}{M_{\text{Na}}} = 2.82609 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3} \quad c_{\text{Cl}} := \frac{\text{Cl}}{M_{\text{Cl}}} = 1.83099 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

$$c_{\text{Mg}} := \frac{\text{Mg} \cdot 2}{M_{\text{Mg}}} = 0.5 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3} \quad c_{\text{HCO}_3} := \frac{\text{HCO}_3}{M_{\text{HCO}_3}} = 3.44262 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3} \quad c_{\text{SO}_4} := \frac{\text{SO}_4 \cdot 2}{M_{\text{SO}_4}} = 1.45833 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

$$c_{\text{NO}_3} := \frac{\text{NO}_3}{M_{\text{NO}_3}} = 0.16129 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

Определение щелочности и жесткости

$$J_{\text{O}} := c_{\text{Ca}} + c_{\text{Mg}} = 1.25 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

$$J_{\text{K}} := c_{\text{HCO}_3} = 3.443 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

$$J_{\text{HK}} := J_{\text{O}} - J_{\text{K}} = -2.193 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

Раздел 4.2

Раздел 4.2. Щелочность

Вопрос:



Не для коммерческого использования

4.2.1. На титрование 100 мл проб воды израсходовано 0,1 мл 0,1N фенолфталеинового индикатора и 1,1 мл 0,1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $K = 1$ ). Чему равна  $J_{\text{O}}$ ?



Дано:

$$V := 100 \text{ мл}$$

$$V_{\text{H}_2\text{SO}_4} := 1.1 \text{ мл}$$

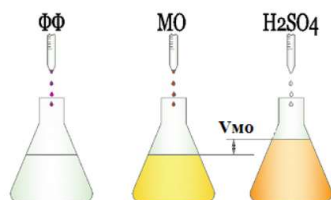
$$c := 0.1 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

$$K := 1$$

$$\text{Щ}_o := \frac{V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 1.1 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

Раздел 4.2. Щелочность

Вопрос:



4.2.2. При титровании 100 мл пробы 0,1н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  получено  $V_{\text{фф}} = 0$ ;  $V_{\text{мо}} = 2,1$  мл. Чему равна  $\text{Щ}_o$  и ее виды?

$$\begin{aligned} \text{Щ}_o &= \text{мг-экв/дм}^3 \\ \text{Щ}_r &= \text{мг-экв/дм}^3 \\ \text{Щ}_c &= \text{мг-экв/дм}^3 \\ \text{Щ}_{\text{бк}} &= \text{мг-экв/дм}^3 \end{aligned}$$

Дано:

$$V := 100 \text{ мл}$$

$$c := 0.1 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

$$V_{\text{фф}} := 0 \text{ мл}$$

$$V_{\text{ор}} := 2.1 \text{ мл}$$

Шаг 1: Расчет общей щёлочности ( $\text{Щ}_o$ )

$$\text{Щ}_o := \frac{(V_{\text{ор}} + V_{\text{фф}}) \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 2.1 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3}$$

Шаг 2: Интерпретация результатов и определение видов щёлочности

Ключевой факт для определения видов щёлочности –  $V(\text{ф/ф}) = 0$ . Это означает, что в пробе отсутствуют гидроксид-ионы ( $\text{OH}^-$ ) и карбонат-ионы ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), которые титруются с фенолфталеином.

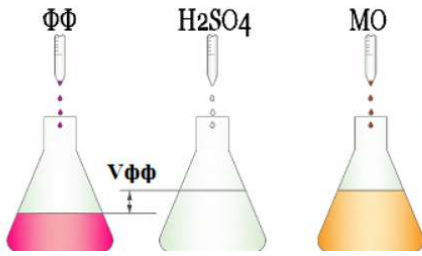
- $V(\text{ф/ф}) = 0$  означает, что щёлочность по фенолфталеину ( $\text{Щф}$ ) равна 0 мг-экв/л.
- Поскольку  $V(\text{м/о}) > 0$ , вся щёлочность обусловлена присутствием бикарбонат-ионов ( $\text{HCO}_3^-$ ).

Таким образом, структура щёлочности следующая:

- Гидроксидная щёлочность ( $\text{OH}^-$ ) = 0 мг-экв/л
- Карбонатная щёлочность ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) = 0 мг-экв/л
- Бикарбонатная щёлочность ( $\text{HCO}_3^-$ ) =  $\text{Щ}_o = 2.1$  мг-экв/л

## Раздел 4.2. Щелочность

## Вопрос:



4.2.3. При титровании 100 мл пробы 0,1н  $H_2SO_4$  получено  $V_{ФФ} = V_{МО} = 4,4$  мл. Чему равна  $Щ_0$  и ее виды?

Дано:

$$v := 100 \text{ мл}$$

$$c := 0.1 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$V_{ФФ} := 4.4 \frac{\text{ДМ}}{\text{МЛ}}$$

$$V_{ор} := 4.4 \text{ мл}$$

Шаг 1: Расчет общей щёлочности ( $Щ_0$ )

$$Щ_0 := \frac{(V_{ор}) \cdot c \cdot K \cdot 1000}{v} = 4.4 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3 \text{ ДМ}}$$

Шаг 2: Интерпретация результатов и определение видов щёлочности

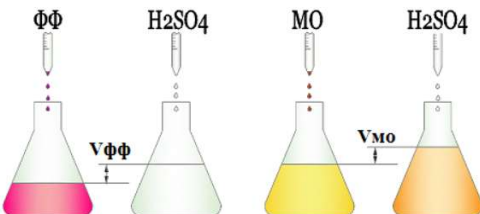
Так как  $V_{ФФ} = V_{ор}$  это означает что вся кислота была израсходованна на титрование фенофталином и для титрования с метилоранжем не потребовалось доп. объема

Это указывает на то что щелочность воды обусловленна только гидрооксид-ионами ( $OH^-$ ).

$$Щ_Т := Щ_0 = 4.4 \frac{\text{МОЛЬ}}{3 \text{ М}}$$

## Раздел 4.2. Щелочность

## Вопрос:



4.2.4. При титровании 100 мл пробы 0,1н  $H_2SO_4$  получено  $V_{ФФ} = 0,9$ ;  $V_{МО} = 2,9$  мл. Чему равна  $Щ_0$  и ее виды?

Дано:

$$v := 100 \text{ мл}$$

$$c := 0.1 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$V_{ФФ} := 0.9 \frac{\text{ДМ}}{\text{МЛ}}$$

$$V_{ор} := 2.9 \text{ мл}$$

Шаг 1: Расчет общей щёлочности ( $Щ_0$ )

$$\text{Щ}_o := \frac{(V_{op}) \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 2.9 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

Шаг 2: Расчет щелочности по фенолфтолину:

$$\text{Щ}_\phi := \frac{V_{\phi\phi} \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 0.9 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$

Так как  $V_{\phi\phi} < 0.5 \cdot V_{\text{общ}}$  можно сделать вывод, что щелочность обусловлена смесью карбонатов  $\text{CO}_3$  и Бикарбонатов  $\text{HCO}_3$ .

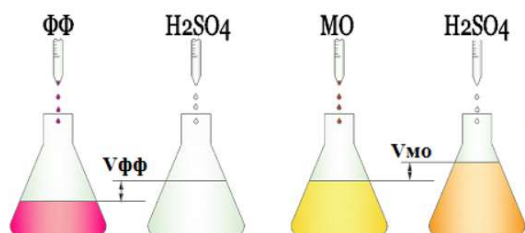
$$\text{Щ}_k := \frac{2 \cdot V_{\phi\phi} \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 1.8 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

Бикарбонатная

$$\text{Щ}_{\text{ок}} := \text{Щ}_o - \text{Щ}_k = 1.1 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

#### Раздел 4.2. Щелочность

Вопрос:



4.2.5. При титровании 100 мл пробы 0,1н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  получено  $V_{\phi\phi} = 0,5$ ;  $V_{\text{мо}} = 1,0$  мл. Чему равна  $\text{Щ}_o$  и ее виды?

Дано:

$$V := 100 \text{ МЛ}$$

$$c := 0.1 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

$$V_{\phi\phi} := 0.5 \frac{\text{ДМ}}{\text{МЛ}}$$

$$V_{op} := 1 \text{ МЛ}$$

Шаг 1: Расчет общей щёлочности ( $\text{Щ}_o$ )

$$\text{Щ}_o := \frac{(V_{op}) \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 1 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{ДМ}}$$

Шаг 2:

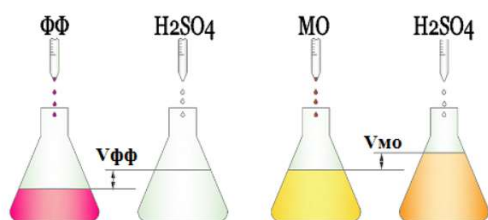
Т.к  $V_{\phi\phi}$  равен  $0.5 \cdot V_{\text{общ}}$  можно сделать вывод что в пробе присутствует только карбонные кислоты

$$\text{Щ}_k := \text{Щ}_o = 1 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{М}}$$



Раздел 4.2. Щелочность

Вопрос:



4.2.6. При титровании 100 мл пробы 0,1н  $H_2SO_4$  получено  $V_{ФФ} = 2,5$ ;  $V_{МО} = 3,2$  мл. Чему равна Що и ее виды?

Дано:

$$v := 100 \text{ мл}$$

$$c := 0.1 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$V_{ФФ} := 2.5 \frac{\text{ДМ}}{\text{МЛ}}$$

$$V_{ор} := 3.2 \text{ МЛ}$$

Шаг 1: Расчет общей щёлочности (Що)

$$\text{Щ}_о := \frac{(V_{ор}) \cdot c \cdot K \cdot 1000}{v} = 3.2 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3 \text{ ДМ}}$$

Шаг 2: Рассчет щелочности по фенолфтолину:

$$\text{Щ}_ф := \frac{V_{ФФ} \cdot c \cdot K \cdot 1000}{v} = 2.5 \frac{\text{МОЛЬ}}{3 \text{ М}}$$

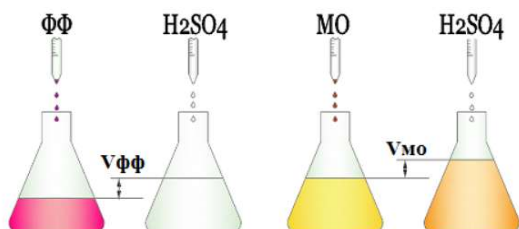
Так как  $V_{фф} < 0.5 \cdot V_{общ}$  можно сделать вывод ,что щелочность обусловлена смесью карбонатов  $CO_3$  и гидрооксидами  $OH$  ,Бикарбонаты отсутствуют.

$$\text{Щ}_т := \frac{(V_{ФФ} - (V_{ор} - V_{ФФ})) \cdot c \cdot K \cdot 1000}{v} = 1.8 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3 \text{ ДМ}}$$

$$\text{Щ}_к := \text{Щ}_о - \text{Щ}_т = 1.4 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3 \text{ ДМ}}$$

Раздел 4.2. Щелочность

Вопрос:



4.2.7. При титровании 100 мл пробы 0,1 н  $H_2SO_4$  получено  $V_{ФФ} = 0,8$ ;  $V_{МО} = 1,8$  мл. Чему равна Що и ее виды?

Дано:

$$v := 100 \text{ МЛ}$$

$$c := 0.1 \frac{\text{ММОЛЬ}}{3}$$

$$V_{..} := 0.8 \frac{\text{ДМ}}{\text{МЛ}}$$

ФФ

$$V_{\text{ор}} := 1.8 \frac{\text{мл}}{\text{дм}}$$

Шаг 1: Расчет общей щёлочности (Щ<sub>о</sub>)

$$\text{Щ}_o := \frac{(V_{\text{ор}}) \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 1.8 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}}$$

Шаг 2: Расчет щелочности по фенолфтолину:

$$\text{Щ}_\Phi := \frac{V_{\Phi\Phi} \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 0.8 \frac{\text{моль}}{\text{м}}$$

Так как  $V_{\Phi\Phi} < 0.5 \cdot V_{\text{общ}}$  можно сделать вывод, что щелочность обусловлена смесью карбонатов CO<sub>3</sub> и Бикарбонатов HCO<sub>3</sub>.

$$\text{Щ}_k := \frac{2 \cdot V_{\Phi\Phi} \cdot c \cdot K \cdot 1000}{V} = 1.6 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}}$$

$$\text{Щ}_{\text{ок}} := \text{Щ}_o - \text{Щ}_k = 0.2 \frac{\text{моль}}{\text{м}}$$

Раздел 4.4

## Раздел «4.4. pH»

4.4.1. pH воды равен 13,0.

Рассчитать и ввести значение концентрации ионов H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup>.

$C_{\text{H}^+} =$	<input type="text"/>	моль/кг
$C_{\text{H}^+} =$	<input type="text"/>	мг-экв/кг
$C_{\text{OH}^-} =$	<input type="text"/>	моль/кг
$C_{\text{OH}^-} =$	<input type="text"/>	мг-экв/кг

$$\text{pH} := 10$$

$$\text{pOH} := 14 - \text{pH} = 4$$

$$c_{\text{H}} := \text{solve} \left( c_{\text{H}} = \left( 10^{-\text{pH}} \right), c_{\text{H}} \right) = 1 \cdot 10^{-10}$$

$$c_{\text{OH}} := \text{solve} \left( c_{\text{OH}} = \left( 10^{-\text{pOH}} \right), c_{\text{OH}} \right) = 0.0001$$

$$c_{\text{H}} := c_{\text{H}} \frac{\text{мг}}{\text{дм}} = 1 \cdot 10^{-10} \frac{\text{мг}}{\text{дм}}$$

$$0.1 \frac{\text{МГ}}{\text{КГ}} = 100 \frac{\text{ММОН}}{\text{КГ}} \quad 0.0000000001 = 1 \cdot 10^{-10}$$

## Раздел «4.4. рН»

4.4.2. рОН воды равен 11,8.

Рассчитать и ввести значение концентрации ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ .

$c_{\text{H}^+} =$	<input type="text"/>	моль/кг
$c_{\text{H}^+} =$	<input type="text"/>	мг-экв/кг
$c_{\text{OH}^-} =$	<input type="text"/>	моль/кг
$c_{\text{OH}^-} =$	<input type="text"/>	мг-экв/кг

$$\text{pOH} := 11.8$$

$$\text{pH} := 14 - \text{pOH} = 2.2$$

$$c_{\text{H}} := \text{solve} \left( c_{\text{H}} = \left( 10^{-\text{pH}} \right), c_{\text{H}} \right) = \frac{0.006309573444802}{10^{-3}} 10^{-3}$$

$$c_{\text{OH}} := \text{solve} \left( c_{\text{OH}} = \left( 10^{-\text{pOH}} \right), c_{\text{OH}} \right) = 0.000000000001585$$

$$c_{\text{H}} := c_{\text{H}} \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}} = 0.00631 \frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}}$$

$$0.1 \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{КГ}} = 100 \frac{\text{ММОЛЬ}}{\text{КГ}} \quad 0.0000000001 = 1 \cdot 10^{-10}$$