

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.

Республиканская олимпиада по химии 2021

Заключительный этап

**Решения практического тура
10 класс**

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.**

Задание №1

Пункт	1.1	1.2	1.3	1.4	Всего	Вес
Макс.	4	4	18	6	32	

В пронумерованных пробирках находятся неорганические соли, основания и кислоты. С помощью данного сайта вы можете узнать результаты экспериментов, которые вы могли бы проводить для расшифровки веществ.

Считайте, что любая реакция протекает так: к веществу, выбранному вами как “1”, прибавляется вещество “2” и сообщаются наблюдения при добавлении равных объемов веществ. Если отмечена галочка «избыток вещества “2”», второе вещество добавляется в значительном избытке.

Цвет растворов отражен на кнопках, соответствующих вашим пробиркам. Белые кнопки соответствуют прозрачным растворам.

В качестве катионов в растворе могут присутствовать ионы водорода, аммония, калия, натрия, кальция, магния, бария, свинца, цинка, марганца, железа (II), железа (III), хрома (III) и алюминия. В качестве анионов могут присутствовать – сульфат-, хлорид-, гидрофосфат-, дихромат-, карбонат-, гидроксид-, нитрат- ионы.

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.**

2. **Нарисуйте** теоретическую матрицу (используя те же обозначения, что и для практической матрицы)

	FeSO ₄	FeCl ₃	CaCl ₂	Al(NO ₃) ₃	H ₂ SO ₄	NH ₄ OH	Na ₂ CO ₃	ZnCl ₂	ZnSO ₄	BaCl ₂	Σ
FeSO ₄		-	CaSO ₄ ↓ ₆	-	-	Fe(OH) ₂ ↓ _{зел} ↓ Fe(OH) ₃ ↓ _{бур}	(FeOH) ₂ CO ₃ ↓ _{зел} , CO ₂ ↑ ↓ Fe(OH) ₃ ↓ _{бур}	-	-	BaSO ₄ ↓ ₆	4↓(1↑, 2↓ _{бур})
FeCl ₃	-		-	-	-	Fe(OH) ₃ ↓ _{бур}	Fe(OH) ₃ ↓ _{бур} CO ₂ ↑	-	-	-	2↓ _{бур} (1↑)
CaCl ₂	CaSO ₄ ↓ ₆	-		-	CaSO ₄ ↓ ₆	Ca(OH) ₂ ↓ ₆	CaCO ₃ ↓ ₆	-	CaSO ₄ ↓ ₆	-	5↓
Al(NO ₃) ₃	-	-	-		-	Al(OH) ₃ ↓ ₆	Al(OH) ₃ ↓ ₆ CO ₂ ↑	-	-	-	2↓(1↑)
H ₂ SO ₄	-	-	CaSO ₄ ↓ ₆	-			CO ₂ ↑	-	-	BaSO ₄ ↓ ₆	2↓ 1↑
NH ₄ OH	Fe(OH) ₂ ↓ _{зел} ↓ Fe(OH) ₃ ↓ _{бур}	Fe(OH) ₃ ↓ бурый	Ca(OH) ₂ ↓ ₆	Al(OH) ₃ ↓ ₆				Zn(OH) ₂ ↓ ₆ ↓ _{паст} [Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	Zn(OH) ₂ ↓ ₆ ↓ _{паст} [Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	-	6↓ (1↓ _{бур} 2↓ _{паст})
Na ₂ CO ₃	(FeOH) ₂ CO ₃ ↓ _{зел} , CO ₂ ↑ ↓ Fe(OH) ₃ ↓ _{бур}	Fe(OH) ₃ ↓ бурый	CaCO ₃ ↓ ₆	Al(OH) ₃ ↓ ₆ CO ₂ ↑	CO ₂ ↑	-		(ZnOH) ₂ CO ₃ ↓ ₆ CO ₂ ↑	(ZnOH) ₂ CO ₃ ↓ ₆ CO ₂ ↑	BaCO ₃ ↓ ₆	7↓1↑ (4↑1↓ _{бур})
ZnCl ₂	-	-		-	-	Zn(OH) ₂ ↓ ₆ ↓ _{паст} [Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	(ZnOH) ₂ CO ₃ ↓ ₆ CO ₂ ↑				2↓ (1↑1↓ _{паст})
ZnSO ₄	-	-	CaSO ₄ ↓ ₆	-	-	Zn(OH) ₂ ↓ ₆ ↓ _{паст} [Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	(ZnOH) ₂ CO ₃ ↓ ₆ CO ₂ ↑	-	-	BaSO ₄ ↓ ₆	4↓ (1↑1↓ _{паст})
BaCl ₂	BaSO ₄ ↓ ₆	-	-	-	BaSO ₄ ↓ ₆		BaCO ₃ ↓ ₆	-	BaSO ₄ ↓ ₆	-	4↓

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.

3. Запишите формулы соединений, находящихся в каждой пробирке

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.**

Вариант №1	Вещество
Пробирка №1	ZnCl ₂
Пробирка №2	Na ₂ CO ₃
Пробирка №3	NH ₄ OH
Пробирка №4	CaCl ₂
Пробирка №5	H ₂ SO ₄
Пробирка №6	ZnSO ₄
Пробирка №7	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №8	FeCl ₃
Пробирка №9	BaCl ₂
Пробирка №10	FeSO ₄

Вариант №2	Вещество
Пробирка №1	CaCl ₂
Пробирка №2	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №3	Na ₂ CO ₃
Пробирка №4	NH ₄ OH
Пробирка №5	BaCl ₂
Пробирка №6	ZnSO ₄
Пробирка №7	FeSO ₄
Пробирка №8	H ₂ SO ₄
Пробирка №9	ZnCl ₂
Пробирка №10	FeCl ₃

Вариант №3	Вещество
Пробирка №1	FeCl ₃
Пробирка №2	H ₂ SO ₄
Пробирка №3	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №4	Na ₂ CO ₃
Пробирка №5	ZnCl ₂
Пробирка №6	ZnSO ₄
Пробирка №7	NH ₄ OH
Пробирка №8	CaCl ₂
Пробирка №9	BaCl ₂
Пробирка №10	FeSO ₄

Вариант №4	Вещество
Пробирка №1	NH ₄ OH
Пробирка №2	ZnSO ₄
Пробирка №3	CaCl ₂
Пробирка №4	H ₂ SO ₄
Пробирка №5	FeSO ₄
Пробирка №6	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №7	ZnCl ₂
Пробирка №8	BaCl ₂
Пробирка №9	FeCl ₃
Пробирка №10	Na ₂ CO ₃

Вариант №5	Вещество
Пробирка №1	CaCl ₂
Пробирка №2	BaCl ₂
Пробирка №3	NH ₄ OH
Пробирка №4	FeSO ₄
Пробирка №5	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №6	H ₂ SO ₄
Пробирка №7	ZnSO ₄
Пробирка №8	ZnCl ₂
Пробирка №9	Na ₂ CO ₃
Пробирка №10	FeCl ₃

Вариант №6	Вещество
Пробирка №1	FeSO ₄
Пробирка №2	ZnCl ₂
Пробирка №3	BaCl ₂
Пробирка №4	ZnSO ₄
Пробирка №5	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №6	FeCl ₃
Пробирка №7	CaCl ₂
Пробирка №8	Na ₂ CO ₃
Пробирка №9	H ₂ SO ₄
Пробирка №10	NH ₄ OH

Вариант №7	Вещество
Пробирка №1	BaCl ₂
Пробирка №2	ZnCl ₂
Пробирка №3	H ₂ SO ₄
Пробирка №4	FeCl ₃
Пробирка №5	NH ₄ OH
Пробирка №6	Na ₂ CO ₃
Пробирка №7	FeSO ₄
Пробирка №8	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №9	ZnSO ₄
Пробирка №10	CaCl ₂

Вариант №8	Вещество
Пробирка №1	BaCl ₂
Пробирка №2	CaCl ₂
Пробирка №3	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №4	FeCl ₃
Пробирка №5	ZnCl ₂
Пробирка №6	NH ₄ OH
Пробирка №7	FeSO ₄
Пробирка №8	Na ₂ CO ₃
Пробирка №9	H ₂ SO ₄
Пробирка №10	ZnSO ₄

Вариант №9	Вещество
Пробирка №1	FeSO ₄
Пробирка №2	H ₂ SO ₄
Пробирка №3	ZnCl ₂
Пробирка №4	ZnSO ₄
Пробирка №5	NH ₄ OH
Пробирка №6	FeCl ₃
Пробирка №7	Na ₂ CO ₃
Пробирка №8	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №9	CaCl ₂
Пробирка №10	BaCl ₂

Вариант №10	Вещество
Пробирка №1	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №2	BaCl ₂
Пробирка №3	Na ₂ CO ₃
Пробирка №4	ZnSO ₄
Пробирка №5	CaCl ₂
Пробирка №6	NH ₄ OH
Пробирка №7	H ₂ SO ₄
Пробирка №8	FeCl ₃
Пробирка №9	FeSO ₄
Пробирка №10	ZnCl ₂

Вариант №11	Вещество
Пробирка №1	NH ₄ OH
Пробирка №2	ZnCl ₂
Пробирка №3	Na ₂ CO ₃
Пробирка №4	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №5	ZnSO ₄
Пробирка №6	BaCl ₂
Пробирка №7	CaCl ₂
Пробирка №8	FeCl ₃
Пробирка №9	H ₂ SO ₄
Пробирка №10	FeSO ₄

Вариант №12	Вещество
Пробирка №1	Na ₂ CO ₃
Пробирка №2	ZnCl ₂
Пробирка №3	FeCl ₃
Пробирка №4	CaCl ₂
Пробирка №5	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №6	FeSO ₄
Пробирка №7	ZnSO ₄
Пробирка №8	H ₂ SO ₄
Пробирка №9	BaCl ₂
Пробирка №10	NH ₄ OH

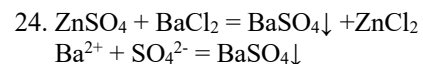
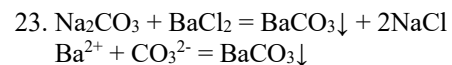
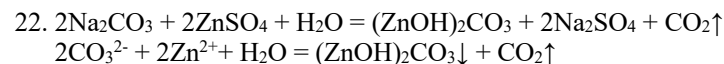
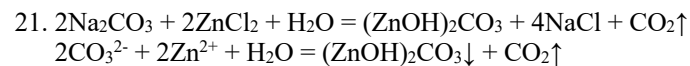
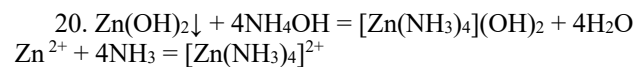
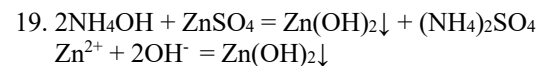
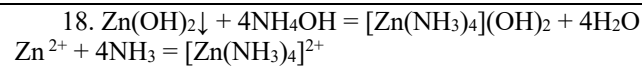
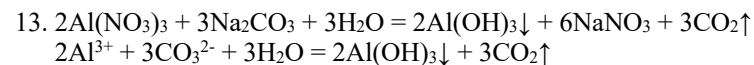
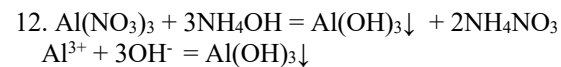
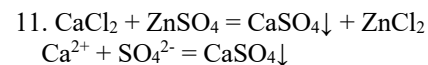
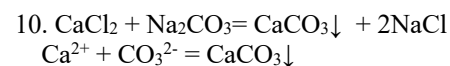
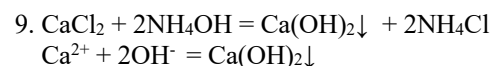
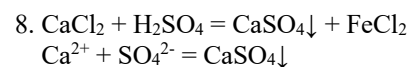
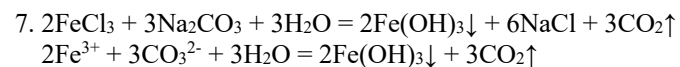
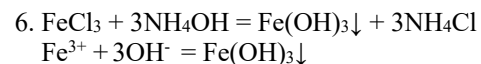
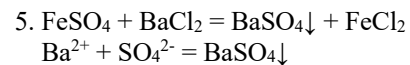
**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.**

Вариант №13	Вещество	Вариант №14	Вещество	Вариант №15	Вещество	Вариант №16	Вещество	Вариант №17	Вещество
Пробирка №1	BaCl ₂	Пробирка №1	NH ₄ OH	Пробирка №1	CaCl ₂	Пробирка №1	Na ₂ CO ₃	Пробирка №1	Na ₂ CO ₃
Пробирка №2	ZnSO ₄	Пробирка №2	BaCl ₂	Пробирка №2	H ₂ SO ₄	Пробирка №2	FeCl ₃	Пробирка №2	FeSO ₄
Пробирка №3	Al(NO ₃) ₃	Пробирка №3	ZnSO ₄	Пробирка №3	Na ₂ CO ₃	Пробирка №3	H ₂ SO ₄	Пробирка №3	ZnCl ₂
Пробирка №4	FeSO ₄	Пробирка №4	FeSO ₄	Пробирка №4	Al(NO ₃) ₃	Пробирка №4	BaCl ₂	Пробирка №4	H ₂ SO ₄
Пробирка №5	FeCl ₃	Пробирка №5	CaCl ₂	Пробирка №5	FeCl ₃	Пробирка №5	ZnSO ₄	Пробирка №5	Al(NO ₃) ₃
Пробирка №6	NH ₄ OH	Пробирка №6	Al(NO ₃) ₃	Пробирка №6	ZnSO ₄	Пробирка №6	Al(NO ₃) ₃	Пробирка №6	ZnSO ₄
Пробирка №7	H ₂ SO ₄	Пробирка №7	ZnCl ₂	Пробирка №7	ZnCl ₂	Пробирка №7	NH ₄ OH	Пробирка №7	NH ₄ OH
Пробирка №8	ZnCl ₂	Пробирка №8	FeCl ₃	Пробирка №8	NH ₄ OH	Пробирка №8	ZnCl ₂	Пробирка №8	CaCl ₂
Пробирка №9	Na ₂ CO ₃	Пробирка №9	H ₂ SO ₄	Пробирка №9	BaCl ₂	Пробирка №9	CaCl ₂	Пробирка №9	FeCl ₃
Пробирка №10	CaCl ₂	Пробирка №10	Na ₂ CO ₃	Пробирка №10	FeSO ₄	Пробирка №10	FeSO ₄	Пробирка №10	BaCl ₂

4. Запишите уравнения всех возможных реакций, протекающих при смешении различных пробирок

<p>1. $FeSO_4 + CaCl_2 = CaSO_4\downarrow + FeCl_2$ $Ca^{2+} + SO_4^{2-} = CaSO_4\downarrow$</p> <p>2. $FeSO_4 + 2NH_4OH = Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$ $Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2\downarrow$</p> <p>$4Fe(OH)_2\downarrow + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3\downarrow$</p> <p>4. $2FeSO_4 + 2Na_2CO_3 + H_2O = (FeOH)_2CO_3 + 2Na_2SO_4 + CO_2\uparrow$ $2Fe^{2+} + 2CO_3^{2-} + H_2O = (FeOH)_2CO_3\downarrow + CO_2\uparrow$</p> <p>$(FeOH)_2CO_3\downarrow + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3\downarrow + CO_2\uparrow$</p>	<p>14. $H_2SO_4 + Na_2CO_3 = Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$ $2H^+ + CO_3^{2-} = CO_2\uparrow + H_2O$</p> <p>15. $H_2SO_4 + BaCl_2 = CaSO_4\downarrow + 2HCl$ $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$</p> <p>16. $H_2SO_4 + NH_4OH = (NH_4)_2SO_4 + H_2O$ $H^+ + OH^- = H_2O$</p> <p>17. $2NH_4OH + ZnCl_2 = Zn(OH)_2\downarrow + 2NH_4Cl$ $Zn^{2+} + 2OH^- = Zn(OH)_2\downarrow$</p>
---	--

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.**



Реакции 44·0,25=66

Задание №2. Выбор индикатора для кислотно-основного титрования.

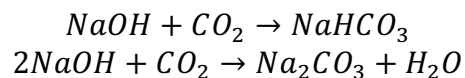
Пункт	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	Всего	Вес
Макс.	1	1	1	3	1	2	9	

! В задачах по аналитической химии необходимо строгое соблюдение значащих цифр в вычислениях. За несоблюдение значащих цифр предусмотрен штраф.

Юный химик Владислав решил познакомиться поближе с кислотно-основным титрованием. Перед ним стояла задача – определить концентрацию некоторой слабой одноосновной кислоты в склянке с пометкой А. Для этого Владислав решил использовать 0.5М раствор сильного основания NaOH, который был приготовлен за неделю до проведения самого эксперимента.

1. Учитель Владислава сказал, что перед началом эксперимента необходимо установить новую концентрацию гидроксида натрия. Объясните, почему значение в 0.5М может быть неверным. Дополните своё объяснение уравнением химической реакции. [1]

Так как NaOH находился в контакте с углекислым газом воздуха, имели место быть следующие реакции:



1 балл

** Балл дается за любую из реакций*

Для стандартизации раствора гидроксида натрия Владислав взял 10.00 мл аликвоты NaOH, на титрование которой ушло 15.55 мл 0.25М стандартного раствора HCl.

2. Рассчитайте истинную концентрацию NaOH. [1]

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.

$$C(\text{NaOH}) = \frac{C_1 * V_1 = C_2 * V_2}{10.00 \text{ мл}} = \frac{15.55 \text{ мл} * 0.25\text{M}}{10.00 \text{ мл}} = 0.39\text{M}$$

1 балл

** Балл выдается только в случае верного вычисления. Если ученик записывает ответ с неверным количеством значащих цифр, то вместо одного балла ставится 0.5 баллов*

На титрование 10.00мл аликвоты слабой кислоты А у Владислава ушло 7.85мл NaOH.

3. Определите концентрацию кислоты в склянке А. [1]

Так как кислота одноосновная, вычисления аналогичны таковым в пункте (2):

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$
$$C(\text{A}) = \frac{7.85 \text{ мл} * 0.39\text{M}}{10.00 \text{ мл}} = 0.31\text{M}$$

1 балл

** Балл выдается только в случае верного вычисления. Если ученик записывает ответ с неверным количеством значащих цифр, то вместо одного балла ставится 0.5 баллов*

** Если ученик верно использует неверное значение, полученное в пункте (2), то получает полный балл*

4. Рассчитайте рН в точке эквивалентности, если известно, что pK_a кислоты в склянке А равна 4.75, а титрование происходит сильным основанием. [3]

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.**

Для того, чтобы рассчитать рН в точке эквивалентности, надо установить, что из себя представляет раствор в этот момент. В точке эквивалентности уже нет протонов HAn (кислоты), но еще нет OH⁻. Таким образом, в ТЭ присутствует только натриевая соль слабой кислоты А – NaAn [1 балл]

$$An^- + H_2O \leftrightarrow HAn + OH^-$$
$$K_{\text{гидр}} = \frac{[HAn][OH^-]}{[An^-]} = \frac{K_{H_2O}}{K_{HA}}$$
$$K_{\text{гидр}} = 5.62 * 10^{-10} \text{ [1 балл]}$$

Согласно ионному уравнению на каждый гидроксид-ион приходится одна молекула кислоты. Из-за того, что ионизация происходит слабо, $[An^-] \approx C_{An^-}$ (предварительно пересчитаем концентрацию кислоты из-за разбавления в результате добавления основания)

Отсюда:

$$\frac{[OH^-]^2}{0.174} = 5.62 * 10^{-10}$$
$$[OH^-] = 9.88 * 10^{-6} \text{ M}$$
$$pOH = 5.00$$
$$pH = 9.00 \text{ [1 балл]}$$

** Если ученик верно использует неверное значение, полученное в пункте (3), то получает полный балл.*

Владислав решил продемонстрировать эксперимент всему классу, но обнаружил, что индикатор, который он использовал до этого закончился. Ему необходимо подобрать другой.

5. Основываясь на своём ответе в пункте (4), выберите подходящий индикатор для титрования из приведенной ниже таблицы [1]

Название индикатора	pH	Изменение цвета
Тропеолин 00	1.4–3.2	Зеленый в фиолетовый
Бромфеноловый синий	3.0–4.6	Желтый в голубой
Метилоранж	3.0–4.4	Розовый в желтый
Метилловый красный	4.4–6.2	Красный в желтый
Бромтимоловый синий	6.0–7.6	Желтый в голубой

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021.
Решения практического тура. 10 класс.

Фенолфталеин	8.2–10.0	Бесцветный в малиновый
Ализарин желтый R	10.1–12.1	Желтый в красный

Точка перехода фенолфталеина соответствует ТЭ. [1 балл]

** Если ученик делает верное утверждение, используя неверное значение, полученное в пункте (4), то получает полный балл.*

Массовые доли углерода, кислорода и водорода в кислоте А равны 40.0%, 53.3% и 6.7%, соответственно.

6. Установите формулу и название кислоты. [2]

Устанавливаем соотношение:

$C:O:H = 3.33 : 3.33 : 6.7 = 1:1:2$ [1 балл]

Таким образом, общая формула кислоты – CH_2O

Первый подходящий вариант – уксусная кислота CH_3COOH [1 балл]