

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по химии
2021 -2022 учебный год
8 класс**

Максимальный балл – 46 баллов

Задание 8.1.

В 1883 году французским писателем Луи Буссенаром был написан приключенческий роман «Похитители бриллиантов». Приводим отрывок из этого романа. «Пожар пылал несколько часов подряд. Пещера превратилась в настоящую печь по обжигу известняка. Неслыханной силы пламя обожгло весь известковый пласт. Под действием огня известняк разложился, получилось именно то, что называется негашенной известью. Оставалось только, чтобы на неё попало известное количество воды. Так и случилось. Ливень, который последовал за грозой, залил всю эту огромную массу негашённой извести. Она разбухла, стала с непреодолимой силой распирает сжимающий её уголь и выталкивать его по направлению к пропасти... Скалы, деревья, клад, мумии – всё исчезло в мгновение ока...».

Вопросы

1. Написать формулы и систематические названия веществ, о которых идёт речь в данном отрывке.
2. Написать уравнения химических реакций, о которых идёт речь в данном отрывке.
3. Используя уравнение для расчета энергии Гиббса (ΔG), оценить, какая температура в $^{\circ}\text{C}$ могла быть в пещере, когда произошло разложение известняка (реакция возможна в случае отрицательного значения ΔG).

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

где ΔH – изменение энтальпии реакции, то есть энергия системы, которую можно перевести в теплоту;

ΔS – изменение энтропии реакции, мера неупорядоченности частиц, входящих в систему;

T – температура в $^{\circ}\text{K}$

Значения данных величин для реакции разложения известняка при стандартных условиях: $\Delta H_{298\text{K}} = 178 \text{ кДж}$; $\Delta S_{298\text{K}} = 161 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K}$

Зависимостью ΔH и ΔS от температуры можно пренебречь.

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Балл
1. Написаны формулы и систематические названия веществ (по 0,5 балла за каждую формулу и название) известняк (CaCO_3 – карбонат кальция) негашенная известь (CaO – оксид кальция)	2
2. Приведены уравнения реакций (по 1 баллу за каждую реакцию) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$	2
3. Рассчитана температура в пещере при пожаре $\Delta H < T\Delta S$, следовательно $T > \Delta H/\Delta S = 178/0,161 > 1105,6^{\circ}\text{K}$	1
4. Рассчитана температура в $^{\circ}\text{C}$ $t^{\circ}\text{C} > 1105,6^{\circ}\text{K} - 273 > 832,6^{\circ}\text{C}$	1
ИТОГО	6 баллов

Задание 8.2.

В химической лаборатории ученик в колбу налил по 200 мл следующих растворов: гидроксида натрия, соляной кислоты, азотной кислоты, нитрата серебра, хлорида натрия. Все растворы имели одинаковую молярную концентрацию – 0,5 моль/л. Написать молекулярные

и ионные уравнения возможных реакций и рассчитать молярную концентрацию ионов, оставшихся в растворе (изменение объема раствора из-за выпадения осадка не учитывать).

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа		Балл																					
1. Написаны молекулярные и ионные уравнения возможных реакций (по 0,5 балла за каждое уравнение, возможно написание только кратких ионных уравнений) $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{HNO}_3$ $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$ $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$		3																					
2. Рассчитано количество моль каждого вещества $n = 0,5 \text{ моль/л} \cdot 0,2 \text{ л} = 0,1 \text{ моль}$		1																					
3. Рассчитано первоначальное и конечное количество ионов:		6																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ИОН</th> <th>КОЛ-ВО до сливания</th> <th>КОЛ-ВО после сливания</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H^+</td> <td>0,2 моль</td> <td>0,1 моль</td> </tr> <tr> <td>OH^-</td> <td>0,1 моль</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Na^+</td> <td>0,2 моль</td> <td>0,2 моль</td> </tr> <tr> <td>Cl^-</td> <td>0,2 моль</td> <td>0,1 моль</td> </tr> <tr> <td>Ag^+</td> <td>0,1 моль</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>NO_3^-</td> <td>0,2 моль</td> <td>0,2 моль</td> </tr> </tbody> </table>	ИОН	КОЛ-ВО до сливания	КОЛ-ВО после сливания	H^+	0,2 моль	0,1 моль	OH^-	0,1 моль	0	Na^+	0,2 моль	0,2 моль	Cl^-	0,2 моль	0,1 моль	Ag^+	0,1 моль	0	NO_3^-	0,2 моль	0,2 моль	
ИОН	КОЛ-ВО до сливания	КОЛ-ВО после сливания																					
H^+	0,2 моль	0,1 моль																					
OH^-	0,1 моль	0																					
Na^+	0,2 моль	0,2 моль																					
Cl^-	0,2 моль	0,1 моль																					
Ag^+	0,1 моль	0																					
NO_3^-	0,2 моль	0,2 моль																					
4. Рассчитаны молярные концентрации оставшихся ионов (по 0,5 баллов за каждое значение): $[\text{H}^+] = 0,1 \text{ моль/л}$ $[\text{Cl}^-] = 0,1 \text{ моль/л}$ $[\text{Na}^+] = 0,2 \text{ моль/л}$ $[\text{NO}_3^-] = 0,2 \text{ моль/л}$		2 балла																					
ИТОГО		12 баллов																					

Задание 8.3.

Простое вещество массой 8,4 г содержит $9,03 \cdot 10^{22}$ атомов элемента X. Данный элемент образует соединение X_2Y_3 . 0,1 моль соединения X_2Y_3 имеет массу 16 г. Определить элементы X и Y.

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа		Балл
1. Рассчитаны количество моль, молярная масса и определено вещество X $n(\text{X}) = 9,03 \cdot 10^{22} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,15 \text{ моль}$ $M(\text{X}) = 8,4 \text{ г} / 0,15 \text{ моль} = 56 \text{ г/моль}$ X – Fe (железо)		3
2. Рассчитана молярная масса вещества X_2Y_3 $M(\text{X}_2\text{Y}_3) = 16 \text{ г} / 0,1 \text{ моль} = 160 \text{ г/моль}$		1
3. С помощью расчетов определен элемент Y $M(3\text{Y}) = 160 - 56 \cdot 2 = 48 \text{ г/моль}$, следовательно $M(\text{Y}) = 48 / 3 = 16 \text{ г/моль}$ Y – кислород (O)		2
ИТОГО		6 баллов

Задание 8.4.

Малахит прокалили в открытом сосуде, после окончания реакции на дне сосуда осталось вещество А черного цвета. К данному веществу добавили раствор серной кислоты, при этом вещество А растворилось, образовался раствор голубого цвета. После окончания реакции к полученному раствору добавили раствор едкого натра, образовался осадок Б голубого цвета, его прокалили, получив снова вещество А. Осадок отделили и обработали горячей струей водорода, по окончании реакции образовалось простое вещество – металл желтого цвета.

- 1) Напишите формулы и систематические названия всех веществ, указанных в условии задачи.
- 2) Напишите уравнения реакций превращения веществ, которые описаны в условии задачи

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа	Баллы
1.Приведена формула и систематическое название малахита $\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{O}_5$, $\text{Cu}(\text{OH})_2\cdot\text{CuCO}_3$, $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ - гидроксокарбонат меди	1
2.Приведены формулы и названия веществ, указанных в условии задачи (по 0,5 балла за каждую формулу и название) CuO – оксид меди (II) NaOH – гидроксид натрия, едкая щелочь $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – гидроксид меди (II) Cu – медь	4
3.Приведены уравнения реакций (по 1 баллу за каждое уравнение) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	5
ИТОГО	10 баллов

Задание 8.5 (мысленный эксперимент)

Дано пять водных раствора следующих веществ: фторид калия, хлорид калия, бромид калия, иодид калия, гидроксид калия.

1. Предложите один реактив, с помощью которого можно распознать каждое из предложенных веществ.
2. Укажите признаки реакций, которые можно наблюдать в процессе проведения экспериментов.
3. Напишите краткие (сокращённые) ионные уравнения реакций, объясняющие наблюдаемые явления.

Критерии оценивания

Содержание правильного ответа		Балл
1.Определен реактив - AgNO_3 (нитрат серебра)		3
2.Приведены признаки реакций (за каждый по 1 баллу)		5
Идентифицируемое вещество	Признаки реакции, наблюдаемые при смешивании исследуемого раствора с раствором нитрата серебра	
KF	Видимых явлений не наблюдаем	
KCl	Образование белого осадка	

KBr	Образование светло-желтого осадка	
KI	Образование жёлтого осадка	
KOH	Образование чёрного (бурого) осадка	
3.Приведены краткие ионные уравнения (за каждое по 1 баллу)		4
1) $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl}$ 2) $\text{Br}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgBr}$ 3) $\text{I}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgI}$ 4) $2\text{OH}^- + 2\text{Ag}^+ = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$		
ИТОГО		12 баллов